

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES
DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

Charles GRÉBER

PREMIÈRE THÈSE

Flore et stratigraphie du Carbonifère des Alpes françaises

DEUXIÈME THÈSE

Propositions données par la Faculté

Soutenues le 19 mars 1959, devant la Commission d'examen

MM. BARRABÉ

Président

PRUVOST

PIVETEAU

} Examineurs

BOUREAU E.

Invité

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES
DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

Charles GRÉBER

PREMIÈRE THÈSE

Flore et stratigraphie du Carbonifère des Alpes françaises

DEUXIÈME THÈSE

Propositions données par la Faculté

Soutenues le 19 mars 1959, devant la Commission d'examen

MM. BARRABÉ

Président

PRUVOST

PIVETEAU

} Examineurs

BOUREAU E.

Invité

PUBLIÉ DANS LES MÉMOIRES
DU BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

PROFESSEURS

DOYEN J. PERES

G. JULIA	T Analyse sup. & Algèbre sup.	NORMANT	T Chimie organique
FOCH	T Mécan. physique et expérimentale	BENARD	T Chimie minérale
DE BROGLIE	T Théories physiques	BUVAT	T Botanique (E. N. S.)
PRENANT	T Anatomie et Histol. comparées	DUGUE	T Statistiques mathém.
PERES	T Mécan. des Fluides et applications	GELOSO	T Chimie (S. P. C. N.)
M. CURIE	T Physique (S. P. C. N.)	SOULAIRAC	T Psychophysiologie
BARRABE	T Géol. struct. et Géol. appliquée	ULRICH	T Physiologie Végétale
J. BOURCART	T Géogr. physique et Géol. dynamique	MARECHAL	T Optique théorique et appliquée
PLANTEFOL	T Botanique	KIRRMANN	T Théories chimiques
GRASSE	T Evolution des êtres organisés	CHADEFAUD	Botanique
PREVOST	T Chimie organique	DESTRIAU	T Physique (M. P. C.)
BOULIGAND	T Application de l'analyse à la Géométrie	Mlle LE BRETON	T Physiol. générale
CHAUDRON	T Chimie appliquée	SALEM	T Mathématiques Générales
WYART	T Minéralogie	LELONG	T Mathématiques Générales
TEISSIER	T Zoologie	DEVILLERS	Anatomie et Histologie comparées
MANGENOT	T Biol. Végétale	EHRESMANN	T Topologie algébrique
P. AUGER	T Physique quantique et relativité	FRANCON	Physique (S. P. C. N.)
MONNIER	T Physiol. générale	GLANGEAUD	T Géogr. physique et Géol. dynamique
PIVETEAU	T Paléontologie	GODEMENT	T Mathématiques (M. P. C.)
ROCARD	T Physique (E. N. S.)	PISOT	T Calcul des Probabilités
H. CARTAN	T Mathématiques (E. N. S.)	ROCH E.	T Géologie
LAFFITTE	T Chimie générale	SCHATZMANN	Astrophysique
FAVARD	T Géométrie supérieure	TERMIER	T Paléontologie stratigraphique.
COULOMB	T Physique du Globe	ZAMANSKY	T Mathématiques Générales
Mlle COUSIN	T Biol. animale (S. P. C. N.)	LENNUIER	Physique (M. G. P.)
CHRETIEN	T Chimie minérale	RIZET	Génétique
P. DRACH	T Zoologie	ROUTHIER	Géologie Appliquée
KASTLER	T Physique (E. N. S.)	Mme TONNELAT	T Phys. théor.
EPHRUSSI	T Génétique	DIXMIER	Mathématiques (M. P. C.)
WURMSER	T Biologie physico-chimique.	SOUCHAY	Chimie générale
RIVIERE	T Géologie (S. P. C. N.)	AIGRAIN	T Electrotechnique
GAUTHERET	T Biol. végétale (P. C. B.)	BRUSSET	Chimie minérale
LUCAS	T Recherches physiques	M. LEVY	Physique théorique
A. THOMAS	T Biologie cellulaire	Mme CHAIX	Chimie biologique
ARNULF	T Optique appliquée	Mme HUREL-PY	Biol. Végétale (P. C. B.)
M. MORAND	T Enseignement de Physique	PIAUX	Chimie (P. C. B.)
SOLEILLET	T Physique	BRUN	Mécanique expérimentale des fluides
FORTIER	T Mécanique exper. des fluides	LEDERER	T Chimie des substances organiques naturelles
DANJON	T Astronomie	Mme DUBREIL	T Mathématiques
LAPORTE	T Physique générale et Radioactivité	Mme LELONG	T Mathématiques (E. N. S.)
JANET	T Mécanique analytique et Mécanique céleste	BELLAIR	T Géologie (S. P. C. N.)
PETIT	T Biologie maritime	COTTE	T Physique (M. P. C.)
QUENEY	T Météorologie et dynamique atmosphérique	DUBOIS J. E.	T Chimie (S. P. C. N.)
GALLIEN	T Embryologie	LAMOTTE	Zoologie (E. N. S.)
EICHHORN	T Biologie Végétale (S. P. C. N.)	LE ROLLAND	Méc. des fluides
DE CUGNAC	T Biologie Végétale (S. P. C. N.)	MICHEL André	T Chimie (S. P. C. N.)
Mlle CAUCHOIS	T Chimie Physique	OLMER	T Energétique Générale
THELLIER	T Physique du Globe	ROUAULT	T Physique Générale
L'HERITIER	T Génétique	GAUTHIER	T Méc. appliquée
GRIVET	T Radioélectricité	BARCHEWITZ	Chimie Physique
PONCIN	T Mécanique Générale	BROSSEL	Physique atomique
DUBREIL	T Arithmétique et théorie des nombres	BUSER	Biologie animale (P. C. B.)
QUELET	T Chimie organique	CAMUS	Biol. Vég. (P. C. B.)
CAGNIARD	T Géophysique appliquée	CASTAING	Physique Générale
CHAMPETIER	T Chimie macromoléculaire	CURIEN	Minéralogie et cristallographie
CUVILLIER	T Géol. structurale et Géol. appliquée	MOYSE	Physiologie Végétale
JUNG	T Pétrographie	NOIROT	Evolution des êtres organisés
TRILLAT	T Microscopie et diffraction électronique	PANNETIER	Chimie (S. P. C. N.)
WIEMANN	T Chimie organique et structurale	POSSOMPES	Biologie Animale (P. C. B.)
JACQUINOT	T Spectroscopie et physique céleste	PULLMANN	Chimie Théorique
VASSY	T Physique de l'Atmosphère	TEILLAC	Physique Nucléaire et Radioactivité
DESTOUCHES	T Théories physiques	TONNELAT	Biol. physico-chimique
M. PRUVOST	T Géologie	VILLE	Econométrie
AMIEL	T Chimie générale (P. C. B.)	WILLEMART	Chimie (P. C. B.)
HOCART	T Minéralogie	DODE	T Chimie
J. P. MATHIEU	T Physique (P. C. B.)	FREYMANN	T Physique (S. P. C. N.)
COUTEAUX	T Biol. Animale (P. C. B.)	GUINOCHET	T Biol. Vég. (ORSAY)
MAY	T Biol. Animale (P. C. B.)	ROLLET	T Chimie (P. C. B.)
CHOQUET	T Calcul différentiel et Intégral	Mlle JOSIEN	T Chimie (P. C. B.)
FELDMANN	T Biologie (P. C. B.)	CHEVALLEY	T Géométrie Algébrique et théorie
GUINIER	T Physique des solides		des groupes
JOST	T Physiol. comparée	ARNOULT	T Physique (Orsay)
FORTET	T Calcul des probabilités	CHAPELLE	T Physique (Orsay)
SCHWARTZ	T Calcul différentiel et Intégral	DELANGE	T Mathématiques (Orsay)
CHOUARD	T Physiologie Végétale	DENY	T Mathématiques (Orsay)
MALAVARD	T Aviation	GERMAIN P.	T Mécan. théor. des fluides.
BRELOT	T Calcul différentiel	LUCAS G.	T Géologie

SECRETAIRE GENERAL C. MONIER

PREMIÈRE PARTIE

GÉNÉRALITÉS

FLORE ET STRATIGRAPHIE
DU CARBONIFÈRE
DES ALPES FRANÇAISES



**FLORE ET STRATIGRAPHIE
DU CARBONIFÈRE
DES ALPES FRANÇAISES**

Introduction

PLACE DE CE TRAVAIL DANS L'ÉTUDE DU BASSIN HOUILLER DU BRIANÇONNAIS

Ce travail fait partie de l'étude d'ensemble du Bassin houiller briançonnais, entreprise depuis près de dix ans par les géologues du Service de « Géologie Houillère » du BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES.

Il s'agissait au départ de reconnaître si, dans ce bassin réputé très bouleversé, il n'y avait pas des secteurs pouvant présenter encore un intérêt économique du point de vue minier.

Il est vite apparu que pour mener à bien une telle tâche, il ne fallait pas se contenter de faire un simple inventaire du gisement, mais bien une étude géologique complète. Mes collègues et amis J. FABRE et R. FEYS se sont attachés surtout au travail de cartographie de détail et à la résolution des problèmes géologiques particuliers qui se posaient dans les secteurs qu'ils étudiaient. R. FEYS a travaillé surtout dans la région de Briançon proprement dite; J. FABRE dans la partie du bassin situé en Maurienne et en Tarentaise. Les gîtes fossilifères étant plus fréquents et plus intéressants que nous le croyions tout d'abord, je me consacrai plus spécialement à leur exploitation et à leur étude.

Le géologue qui relève une coupe ou reconnaît un itinéraire, ne peut pas toujours consacrer suffisamment de temps pour exploiter à fond les points qui à première vue peuvent lui sembler fossilifères : cela le condamnerait à abrégé sa tournée ou à revenir spécialement au point en question, ce qui peut faire perdre du temps et ce n'est pas toujours possible en pays de montagne.

D'autre part il est intéressant que le paléontologiste effectue lui-même ses prélèvements sur le terrain. Il peut ainsi faire un premier choix et, par suite, les collections ne se trouvent pas encombrées d'échantillons sans valeur ou de spécimens indéterminables. Il est bon aussi qu'il puisse replacer les fossiles dans leur contexte géologique, et les observations qu'il peut faire sur l'abondance ou la rareté de certaines espèces ainsi que sur leur mode de gisement ont une grande importance dans l'interprétation stratigraphique des données paléontologiques.

BUT DE CE TRAVAIL

Il est surtout d'ordre stratigraphique. La question à laquelle il prétend répondre est : peut-on, dans cette importante série carbonifère des Alpes, caractériser et identifier des assises par leur flore, comme dans la plupart des grands bassins houillers ?

Ce sont donc certains genres ou espèces considérés généralement comme de bons guides stratigraphiques, qui ont retenu notre attention.

Les espèces plus banales n'ont pas été pour cela complètement négligées car elles peuvent nous renseigner sur la nature de la végétation qui régnait au Carbonifère.

La partie paléobotanique de ce travail n'est là que pour bien définir les espèces citées. Dans quelques cas, il a été nécessaire de faire une révision d'un genre ou d'une espèce, en raison du désordre existant dans la nomenclature, ou de l'imprécision de certaines définitions, mais cette révision n'a pas été faite systématiquement pour toutes les plantes.

CADRE GÉOGRAPHIQUE ET GÉOLOGIQUE

Le point de départ était l'étude de la flore du terrain houiller briançonnais, c'est-à-dire de la zone houillère qui s'étend à l'Est des massifs cristallins du Pelvoux, de Belledonne, et du Mont-Blanc, depuis le Sud de Briançon jusqu'au Col du Petit-Saint-Bernard.

Cette zone se prolonge en Italie dans le Val d'Aoste, passe en Suisse où elle s'étrangle et se termine au voisinage de l'hospice du Simplon.

En France, ces terrains affleurent sur plus d'une centaine de kilomètres de long. Cette bande atteint en Maurienne, dans sa plus grande largeur, 16 km environ.

Au point de vue « géologie structurale », le terrain houiller briançonnais constitue la partie axiale de la zone briançonnaise des géologues alpins; elle correspond à la « zone pennique » ou « zone houillère pennique » des géologues suisses.

Cette zone houillère est nommée aussi « Carbonifère de la zone interne des Alpes », par opposition au Carbonifère des petits bassins houillers qui reposent sur le socle hercynien des massifs cristallins dits « massif cristallins externes » comprenant le Pelvoux, le Belledonne, les massifs du Mont-Blanc et des Aiguilles Rouges.

J'ai été amené à rassembler dans un chapitre spécial les connaissances paléontologiques sur les différents gisements des massifs cristallins et de la zone externe, afin de pouvoir comparer utilement la flore de ces bassins avec celle du Houiller de la zone interne. Ces connaissances étaient dispersées dans un grand nombre de notes de détail ou dans des monographies régionales. J'y ai joint les observations personnelles faites dans certains de ces gisements.

PLAN DE L'OUVRAGE

Les travaux antérieurs qui ont porté de près ou de loin sur la flore carbonifère des Alpes ont été cités et résumés sommairement en un bref historique. Il s'agit en somme de faire le point des connaissances paléontologiques et stratigraphiques existant avant nos recherches.

La rareté des gîtes fossilifères et le mauvais état de conservation des empreintes ont été les principales difficultés que nous avons rencontrées au cours de ce travail. Un chapitre est consacré à ces problèmes. Puis, nous abordons la description des principales espèces rencontrées. L'importance des paragraphes est très variable; elle est fonction non de leur fréquence, mais de leur importance stratigraphique. On y trouvera en tête une bibliographie sommaire qui renvoie le lecteur à des ouvrages donnant une diagnose détaillée, une bonne figuration et, généralement, la synonymie de l'espèce en question.

Le but principal de cette partie botanique n'est pas, je le répète, de faire la révision de toutes les espèces. Un tel travail m'aurait entraîné trop loin, puisqu'il aurait dû pratiquement s'étendre à presque toute la flore du Carbonifère, et je n'avais à ma disposition ni le temps, ni les éléments nécessaires pour mener à bien une telle entreprise.

INTRODUCTION

A cette partie se rapportent les planches photographiques où sont figurés un certain nombre d'échantillons nouveaux conservés dans les collections du B.R.G.M.

Dans la deuxième partie, les principaux gîtes fossilifères sont mentionnés en suivant autant que possible un ordre géographique qui va du Sud au Nord. Cet ordre correspond en gros au déroulement des recherches : celles-ci ont en effet débuté dans la région de Briançon.

Par la suite, il s'est avéré que cet ordre, arbitraire au départ, correspondait pratiquement à la succession des différents étages du Carbonifère : les plus anciens connus sont situés dans la région de Briançon, et les plus récents apparaissent au fur et à mesure que l'on remonte vers le Nord.

Les gîtes fossilifères nouveaux ou anciens ont été localisés de la façon la plus précise possible. Leur situation est donnée en coordonnées Lambert, d'après les cartes au 1/50 000 de l'I.G.N. Dans certains cas, un croquis de situation complète ces indications.

A la suite des paragraphes consacrés aux divers gîtes fossilifères étudiés, sont rappelées les listes données par les auteurs antérieurs pour ces mêmes gîtes ou pour des gisements voisins. Si les indications de provenance sont trop imprécises, elles sont rapportées au secteur en question. Chaque fois que cela est nécessaire, ces listes sont critiquées à la lumière des nouvelles observations.

Cette énumération, des gîtes fossilifères et de leur contenu, nous amène à constater qu'il y a des variations notables dans la flore carbonifère, et que l'on peut distinguer paléontologiquement un certain nombre d'assises qui correspondent dans une certaine mesure aux grandes subdivisions de l'échelle stratigraphique générale du Carbonifère de l'Europe occidentale.

Nous avons fait un travail analogue pour les autres bassins houillers des Alpes; mais, dans l'ensemble, il est moins original.

En conclusion, nous essayerons de dégager les enseignements que nous apporte l'étude paléontologique et stratigraphique du Carbonifère des Alpes pour l'établissement de l'histoire géologique de la Chaîne hercynienne.

I. Les travaux antérieurs

PÉRIODE 1797-1828

DOLOMIEU (1798) pensait que le terrain anthracifère faisait partie du « terrain primitif »; D. HERICART DE THURY (1803) comprit le premier que l'anthracite avait une origine organique et donnait pour preuve la présence de débris végétaux dans les grès et schistes qui accompagnent les couches. BACKWELL (1823) vit que les fossiles des terrains à anthracite des Alpes et plus particulièrement ceux de Tarentaise, étaient semblables à ceux du terrain houiller de Grande-Bretagne. Il en concluait que ces terrains devaient être de même âge.

En 1828, tout va être remis en question par Elie de BEAUMONT qui déclenchera ce qu'on a appelé l'affaire de Petit Cœur.

1828-1861. L'AFFAIRE DE PETIT CŒUR

Il est inutile de rappeler toutes les péripéties de cette fameuse controverse : les arguments échangés ne présentent plus d'intérêt, et certains même paraissent aujourd'hui bien puérils. J. FAVRE (1867), W. KILIAN et A. REVIL (1904), en ont écrit un historique très détaillé auquel on peut se reporter. Cependant, il est bon d'en rappeler les grandes lignes, ne serait-ce que pour souligner la position du grand paléobotaniste A. BRONGNIART.

ELIE DE BEAUMONT (1828a; 1828b) publie deux coupes, l'une prise à Petit Cœur, où on observe des schistes à empreintes végétales intercalés dans des calcaires à Belemnites; l'autre près du Col du Chardonnet dans le Briançonnais où des schistes à anthracites contenant des empreintes végétales sont superposés à du Lias. Il en concluait : « *Le gîte de végétaux fossiles et de Belemnites de Petit Cœur appartenait à la formation du Lias* ». Puis il étendait cette conclusion à tout le terrain anthracifère des Alpes.

De son côté, A. BRONGNIART (1828) affirmait qu'il y avait parfaite identité des empreintes végétales provenant de Petit Cœur et du Chardonnet avec celles qu'il est coutume de rencontrer dans le terrain houiller. Il soulignait toutes les différences qu'il y avait entre cette flore et celles connues dans le Lias.

Pour expliquer cette anomalie, il était amené à imaginer qu'à l'époque liasique pouvaient exister sur le globe des sortes de réserves où, sous un climat tropical, auraient survécu des formes végétales de l'époque houillère. Les débris de ces végétaux auraient été apportés dans la mer du « Lias » par des courants marins.

Il ne semble pas que cette explication très hypothétique ait satisfait entièrement son auteur. Il ne prendra plus part à la querelle qui se déchaîne, mais ses déterminations ne seront

jamais mises en doute. Cependant, on peut lire dans son « Histoire des végétaux fossiles », dans les commentaires qui suivent la description d'une empreinte de *Neuropteris* provenant de Tarentaise, la remarque suivante :

« Je fais abstraction des singuliers terrains anthracifères de la Savoie dont les fossiles végétaux sont tellement identiques à ceux du Houiller et tellement différents de ceux du Lias du reste de l'Europe, qu'il me paraît difficile de regarder comme définitive leur position dans le Lias. »

L'œuvre de Ch. LORY met fin à cette querelle, et à une réunion extraordinaire de la Société Géologique de France (1861) tous les géologues sont d'accord sur l'existence de renversements de séries dans les Alpes, et sur l'âge carbonifère des terrains à anthracite.

D'ARCHIAC (1857) remarquait que dans cette discussion ... « les géologues n'étaient d'accord ni entre eux, ni avec les paléobotanistes qui s'en sont occupés, tandis qu'il y avait la conformité la plus complète dans les conclusions de ces derniers ».

Il ajoutait : « Vouloir expliquer quelques faits qui, dans un pays bouleversé, sont en contradiction avec les généralités des lois reconnues, c'est oublier la réserve dont ne doit jamais se départir le véritable observateur, et c'est faire suspecter les vrais motifs d'une opposition qui peut paraître plus systématique que fondée ».

C'est là le principal enseignement que l'on peut tirer de cette affaire.

DE 1861 à 1912

Si l'œuvre de Ch. LORY marque le début d'une ère où la géologie alpine va progresser à pas de géant, il n'en est pas de même pour l'étude du Carbonifère des Alpes. Il semble que la querelle de Petit Cœur ait épuisé d'un seul coup l'intérêt que l'on pouvait porter à ces terrains. Leur âge carbonifère est admis une fois pour toute et on ne va plus les considérer que dans leur ensemble. Ils forment un complexe compliqué dans sa structure de détail, à tel point qu'il paraît vain de vouloir pousser plus loin l'analyse stratigraphique et tectonique. Cette idée se trouvera encore exprimée dans certaines publications de ces dernières décades.

Les études paléontologiques ou stratigraphiques du Carbonifère des Alpes au cours de la période envisagée, ne porteront que sur des points de détails ou sur des petits bassins de la zone externe. Il est vrai que les documents sont encore trop peu nombreux pour permettre une vue d'ensemble. Ainsi Ch. LORY (1860) fait d'intéressantes comparaisons entre le bassin interne et les bassins de la zone externe d'un point de vue paléogéographique, mais se contente de reproduire les listes de fossiles déterminés par A. BRONGNIART.

SCHIMPER (1869) fera de même dans son traité. A. HEER (1876) décrit des végétaux nouveaux provenant de la zone externe, mais se rapportera à cette même liste pour la zone interne.

Il faut faire cependant une mention spéciale à E. GRAND'EURY (1877). S'il n'a pas effectué de récoltes nouvelles dans les Alpes, il a pour la première fois fait un essai de coordination chronologique des bassins houillers. Ainsi, sa première opinion, nous dit-il, était que la flore de La Mure avait le même âge que celle de Rive de Giers. Mais après avoir exploré les Cévennes, il trouve que c'est à la flore du Bassin du Gard et de l'Hérault qu'il faut la comparer.

Pour les autres régions des Alpes, sans avoir fait de récoltes personnelles, mais après avoir revu les échantillons conservés au Muséum et d'après les listes publiées à ce sujet, il écrit :

« Le terrain houiller du Valais en Suisse ne saurait être plus ancien que les couches de La Mure, Vizille et en particulier de la Tarentaise. »

Les couches du Briançonnais paraissent être différentes et se rapprochent de celles de la Stangalpe. Elles seraient inférieures à celles de La Mure. Enfin, remarquant la présence du Calcaire carbonifère dans les Alpes autrichiennes et les citations faites par O. HEER de plantes très anciennes, il croit que les Alpes peuvent receler du Carbonifère ancien.

A. FABRE (1867), G. DE MORTILLET, M. LUGEON (1896) ont cité surtout des plantes provenant des zones externes.

PORTIS (1889) publie une liste de plantes découvertes dans la Vallée Etroite par MARTINOLO.

Pour la première fois, on trouve mentionné un fossile qui, si sa détermination est exacte, indiquerait la présence de Westphalien inférieur : le *Sphenopteris Hoeninghausi*. Mais il voisine dans la liste de PORTIS avec un *Pecopteris Plückereti*, fossile stéphanien !

Bien que les autres espèces citées n'aient pas de valeur stratigraphique, cet auteur conclut à l'existence dans la zone interne de deux niveaux à flore distincte :

- 1° un supérieur ou niveau de Tarentaise;
- 2° un inférieur ou niveau du Dauphiné.

Cependant de nouveaux fossiles sont découverts au hasard des sources. W. KILIAN en 1896 publie une courte note annonçant que R. ZEILLER avait reconnu l'existence de plantes du Westphalien moyen et que les fossiles provenant du Col des Encombres pouvaient faire ranger ces terrains soit dans le Westphalien supérieur, soit dans le Stéphanien.

Il faut signaler aussi la flore découverte au Petit-Saint-Bernard, et décrite en 1903 par PÉOLA. Elle comprenait 39 espèces sur 170 empreintes déterminables. Malheureusement les espèces décrites n'ont pas été figurées et beaucoup n'ont pas grand intérêt. Il lui attribue un âge « Carbonifère moyen », et la comparant à celle décrite par PORTIS dans la Vallée Etroite, il remarque qu'elle serait une des plus anciennes connues dans les Alpes occidentales.

P. TERMIER (1903) apporta peu de documents nouveaux. Tout au plus, dit-il qu'au cours d'une excursion, le professeur FRESCH de Breslau a découvert et déterminé *Sigillaria denudata* (il s'agit d'une Sigillaire décortiquée !) et que H. LACHAT lui a fait part de la présence de *Sphenopteris Hoeninghausi* aux Gardéoles, mais qu'il n'a pu en retrouver en place. Après avoir rappelé que R. ZEILLER a déterminé quelques plantes westphaliennes, il ajoute :

« C'est bien tout ce que l'on peut dire et l'étude paléontologique des divers niveaux à anthracite reste encore à faire. »

De 1904 à 1917 paraît le magistral ouvrage de W. KILIAN et J. REVIL sur les Alpes occidentales françaises. Les auteurs consacrent dans le premier fascicule du tome II, paru en 1908, un important chapitre au Carbonifère des Alpes où se trouvent réunis en une liste unique tous les fossiles cités par les auteurs antérieurs. Cette liste comprend près de 250 espèces; pour la zone interne, on peut y relever près de 80 noms de fossiles. Il est vrai que ces citations ont un intérêt très inégal : la valeur des déterminations est très variable selon leurs auteurs; enfin, des cas de synonymie réduisent de beaucoup le nombre des espèces réellement observées.

W. KILIAN et J. REVIL ont été sensibles à ces défauts, aussi ont-ils fait une place toute spéciale aux déterminations du grand paléobotaniste R. ZEILLER qui, à leur demande, avait revu les échantillons conservés dans les collections de la Faculté des Sciences de Grenoble et au Musée de Chambéry. Pour la première fois on peut avoir une vue d'ensemble, d'après des déterminations d'un auteur d'une compétence indiscutable. R. ZEILLER confirme l'âge stéphanien des bassins de la zone externe et des massifs cristallins, ainsi que l'âge *westphalien supérieur* du Houiller de Taninges.

Pour la zone briançonnaise, il attribue au Westphalien supérieur ou plus probablement au Stéphanien inférieur par suite de la présence de *Pecopteris polymorpha*, les terrains du Col

des Encombres. Enfin, il n'hésite pas à ranger les couches du Briançonnais proprement dit dans le Westphalien.

APRÈS 1912

Le nombre de fossiles récoltés dans la zone interne des Alpes va s'accroître considérablement par les recherches de Ch. PUSSENOT qui a parcouru le pays avec acharnement. Les nouveaux fossiles trouvés par lui, déterminés par R. ZEILLER, permettent de confirmer (Ch. PUSSENOT, 1912-1913) la présence de Westphalien moyen dans le Briançonnais, ceci grâce à la découverte de *Neuropteris Schlehani* et à attribuer au Stéphanien inférieur le terrain houiller de Tarentaise.

Dans l'ouvrage publié en 1930, il donne une liste générale des végétaux trouvés dans la zone houillère où il reprend celle de W. KILIAN et J. REVIL, mais enrichie de ses propres découvertes.

Enfin, il fait un essai de répartition des différents étages dans les Alpes occidentales :

1) Les couches séréciteuses et chloriteuses du Mont-Pourri seraient stéphano-permiennes. Ceci sans qu'il puisse donner d'arguments paléontologiques, mais d'après la nature des roches et leur position.

2) Les terrains qui s'étendent du versant droit de la vallée de l'Arc au Col de la Lou Blanche, ceux des Chapelles et des Brevières, de la base du Mont-Pourri à faciès normal, seraient selon cet auteur Westphalien supérieur.

3) Tout le Carbonifère situé au Sud de l'Arc serait Westphalien moyen.

4) Il pense enfin avoir reconnu la présence de *Neuropteris Schlehani* au Col du Petit-Saint-Bernard, et les terrains seraient de même âge que ceux de la région de Briançon au Sud de l'Arc.

Mais Ch. PUSSENOT ne semble pas avoir compris l'importance de ses découvertes et de ses observations. Ainsi il remarque :

« ... quand on va du Briançonnais en Haute Tarentaise en suivant le bord de la nappe, on trouve successivement sous le Permien tous les horizons précédents. »

Il s'étonne d'avoir rencontré directement sous le Permien du Col de la Ponsonnière, le *Neuropteris Schlehani* (qui était le fossile le plus ancien trouvé alors). Il ne voit pas qu'il s'agit d'une discordance réelle du Permien sur le Carbonifère et il doute de la valeur des fossiles en géologie. Il écrit à ce sujet :

« Toute l'étude de cette discordance montre que les subdivisions de la flore houillère n'ont peut-être pas la valeur stratigraphique qu'on se plaît à leur reconnaître. »

Entre temps L. BLANCHET et F. MORET (1923) ont récolté quelques plantes qui ont été déterminées par P. BERTRAND. R. WINTERHALTER (1928) donne sous forme d'un tableau la liste de W. KILIAN et J. REVIL sans y ajouter d'éléments nouveaux.

P. BERTRAND (1926-1927-1937) s'est surtout attaché à l'étude des bassins de la zone externe et particulièrement de ceux de La Mure et Saint-Gervais-Chamonix. La présence de *Mixoneura* lui a fait attribuer à ce bassin un âge westphalien D. Mais récemment de nouvelles études de A. BOUROZ et P. CORSIN (1950) ont montré que cette opinion devait être revue et que le Houiller de La Mure notamment était en réalité d'âge stéphanien inférieur.

Il serait trop long de citer ici toutes les notes faisant part de la découverte de fossiles qui ont permis de dater les bassins de la zone externe ou les petits lambeaux de Carbonifère

pincés dans les massifs cristallins. Ces travaux seront cités et analysés pour leur contenu paléobotanique dans la partie de cet ouvrage qui leur est consacrée.

En 1950, P. CORSIN a redéterminé les plantes carbonifères, plantes conservées dans diverses collections, et notamment à la Faculté des Sciences de Grenoble et au Musée de Gap. Il conclut à la suite de cette révision, à la présence dans la région de Briançon proprement dite des niveaux supérieurs du Westphalien B, du Westphalien C et de la base du Westphalien D. Il attribue : au Westphalien D (et peut-être à la base du Stéphanien) les terrains des environs de Valmenier et du Col des Encombres, au Stéphanien inférieur, ceux de la région de Macot en Tarentaise, et peut-être au Westphalien D, ceux des environs du Petit-Saint-Bernard. Ces conclusions se rapprochent beaucoup de celles de R. ZEILLER et Ch. PUSSENOT.

Cependant, n'ayant pas retrouvé d'échantillons permettant de déterminer avec certitude le *Neuropteris Schlehani*, il doute de la présence de cette espèce et ne croit pas qu'il y ait du Westphalien A dans les Alpes.

La flore du Carbonifère des Alpes n'a pas donné lieu, du moins en France, à la publication d'une riche figuration comme cela a été le cas pour la plupart des bassins houillers exploités, ce qui rend souvent difficile l'utilisation des listes de fossiles données par les anciens auteurs, surtout quand il y a des doutes au sujet de l'exactitude des déterminations. Comme reproductions, on peut citer celles données par A. BRONGNIART (1828) qui se rapportent à des échantillons provenant de Tarentaise et par P. BERTRAND (1927-1930) qui représentent des *Mixoneura* de la zone externe.

Hors de France, O. HEER (1876) a consacré de belles planches aux végétaux dans sa « Flora fossilis Helvetiae ». Mais si ces planches ont un caractère artistique indéniable, elles sont insuffisantes comme document paléontologique.

Enfin, W. JONGMANS a abondamment représenté la flore carbonifère de la Stangalpe (1935) ainsi que celle des Alpes suisses (1950) (1).

(1) Un ouvrage posthume de cet auteur : « Die Karbonflora der Schweiz » (1960) paru après la rédaction de notre travail, fait le point des connaissances paléontologiques du Carbonifère de ce pays.

II. Gîtes fossilifères

État de conservation des végétaux fossiles

I. — GÎTES FOSSILIFÈRES

Les premières découvertes de végétaux fossiles dans les terrains carbonifères du Briançonnais ont été faites au hasard des courses en montagne. Il ne s'agissait souvent que d'empreintes isolées, trouvées dans des éboulis si bien que l'on a pu dire qu'il n'existait pas dans les Alpes de véritables gîtes fossilifères. Cette opinion doit être revue, car des niveaux de schistes à plantes existent comme dans la plupart des bassins houillers.

Il n'en reste pas moins vrai, même après cette étude, que les gîtes fossilifères connus sont relativement peu nombreux par rapport à l'étendue et à l'importance du bassin.

Les raisons de cette pauvreté qui est peut-être plus apparente que réelle sont multiples. Nous allons les passer en revue :

1) Le terrain houiller est la plupart du temps recouvert par des dépôts glaciaires. Les niveaux schisteux ou charbonneux ont tendance à glisser le long des pentes lui donnant une topographie particulière (fig. 1) avec des croupes molles couvertes d'alpages ou de forêts, de tel sorte que ces assises sont difficilement observables en affleurement. On peut estimer *grosso modo* qu'il n'est bien visible que sur un vingtième de la surface qu'il occupe. Seuls les sommets présentent généralement de bonnes conditions d'observation. On peut se rendre compte d'ailleurs que beaucoup de gîtes fossilifères sont situés en crête, parfois à haute altitude. Quand on rencontre, sur les pentes des montagnes, des escarpements de terrain houiller, ils sont la plupart du temps formés de grès et de conglomérats. Tout au plus y observe-t-on alors de grossiers moulages de troncs de Sigillaires, de Lépidodendrons ou encore des moules internes de Calamites.

2) A défaut de bons affleurements, on pouvait espérer que les déblais des nombreuses galeries de mines allaient apporter un matériel abondant.

Le cas ne s'est présenté que pour des travaux ayant une certaine importance : aux Mines de la Combarine près de Briançon par exemple ou aux Mines des Chapelles en Tarentaise. Les déblais des galeries paysannes n'ont rien fourni. En effet ces ouvrages sont creusés à partir d'affleurements de couches qu'ils suivent en direction aussi longtemps qu'il est possible. Mais les exploitants se gardent bien d'entreprendre des travaux au rocher ! Aussi les déblais de leurs galeries sont peu importants et sont constitués surtout de schistes de toit ou de mur glissés et écrasés ou de charbon de mauvaise qualité abandonné sur place.



FIGURE 1

Vue du flanc ouest du Crey du Quart (près de Valloire, Maurienne)
Aspect courant des affleurements du Carbonifère des Alpes, avec ses formes molles,
ses paquets glissés et son placage de Glaciaire.

La visite de ces galeries ne permet pas de meilleures observations d'un point de vue paléontologique.

3) Le terrain houiller briançonnais a subi à plusieurs reprises des efforts tectoniques, importantes actions auxquelles les couches de charbon sont particulièrement sensibles. R. FEYS et J. FABRE (1952) ont décrit un certain nombre de phénomènes de migration observés dans les veines. Les conséquences de ces mouvements sont : la destruction totale ou partielle des épontes qui sont transformées en schistes charbonneux glissés et laminés et l'enrichissement en cendre du combustible. Ces phénomènes ont certainement provoqué la disparition de nombreux « toits à plantes ».

La destruction des « toits à plantes » a pu être également provoquée par les venues de roches éruptives qui se sont insinuées de préférence aux toits ou aux murs des couches, comme nous l'avons souvent observé (R. FEYS et C. GREBER, 1952).

4) Une autre conséquence des efforts tectoniques est l'apparition dans bien des cas d'une schistosité secondaire.

Dans les cas limites, à l'intérieur des charnières de plis par exemple, les schistes ne se débitent plus en belles plaques, mais en baguettes ou en aiguilles où la plupart du temps il n'y a plus d'empreintes déterminables. Nous en donnerons plus loin un exemple particulier à propos de la déformation des fossiles.

Ces faits qui viennent d'être évoqués expliquent pourquoi les beaux échantillons sont exceptionnels et les récoltes moins abondantes que celles que l'on peut faire dans des bassins houillers moins bouleversés.

II. — ETAT DE CONSERVATION DES FOSSILES

Quand on débite des schistes houillers à plantes dans de bonnes conditions, on obtient deux empreintes, l'une positive, l'autre négative. En réalité le positif n'est pas une empreinte à proprement parler, mais représente la plante carbonisée.

Au hasard du coup de marteau, deux cas peuvent se présenter : on obtient soit un positif de la face supérieure et un négatif de la même face, soit un positif et un négatif de la face inférieure (fig. 2).

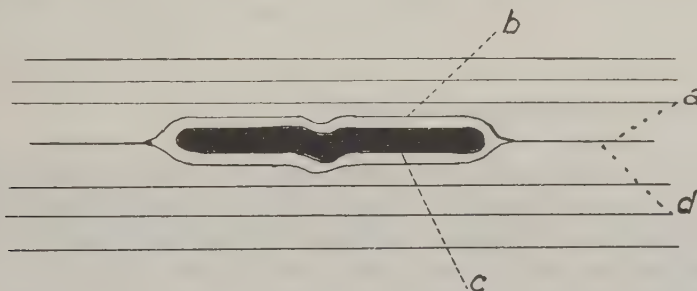


FIGURE 2

- a — Négatif de la face supérieure
- b — Face supérieure de la plante carbonisée
- c — Face inférieure de la plante carbonisée
- d — Négatif de la face inférieure

Dans les Alpes, les fossiles en affleurements ont, pour la plupart, perdu la pellicule charbonneuse qui représentait la plante elle-même. On observe alors uniquement une empreinte négative de la face supérieure et une négative de la face inférieure.

Quand il s'agit de gros organes végétaux (tiges ou rameaux), la substance charbonneuse peut encore exister. Dans ce cas, elle est souvent divisée en petits cubes ou parallélépipèdes. Les espaces entre les fragments de charbon sont souvent remplis par des minéraux secondaires (quartz ou calcite) formant un réseau qui, quand il est très fin, mime une structure cellulaire.

Dans les schistes très fins et très feuilletés, on trouve un autre type d'empreinte : la substance charbonneuse végétale, sous l'effet de la compression, a été plus ou moins transformée en graphite par un phénomène analogue à celui qui a graphité des schistes carburés (L. CAPDECOMME, 1950) ou certaines veines d'antracite du Briançonnais (R. FEYS et Ch. GREBER, 1952).

L'empreinte apparaît alors, sans aucun relief, comme une surface noire brillante, où

certains détails, comme le réseau nervuraire, sont encore visibles, mais n'apparaissent que par brillance sous un angle d'éclairement particulier. De telles empreintes sont difficiles à photographier. Un exemple est fourni par le *Pecopteris Candollei* de la planche V, fig. 4 et 4a.

« ÉPIGÉNISATION » DES EMPREINTES

Ce phénomène est très fréquent dans les Alpes. La substance végétale charbonneuse a été remplacée par des minéraux talqueux de la famille de la Séricite. Les empreintes sont alors blanches ou vertes et brillantes; elles ont un toucher doux; malheureusement ces minéraux secondaires masquent bien souvent les détails de la nervation. Les *Pecopteris lamurensis* de la planche VI sont un exemple de cette épigénisation.

Au sondage de Barles, beaucoup d'empreintes sont recouvertes de Pyrite par un phénomène analogue.

Enfin, il faut citer le cas des bois silicifiés.

La silicification a permis de conserver les plus fines structures cellulaires du bois. Ce genre de conservation particulier a dû se produire à un moment presque contemporain de la vie de la plante ou très rapidement après son enfouissement. Il correspond certainement à des conditions biochimiques très spéciales, et ce cas n'a été rencontré que dans un niveau très supérieur du Paléozoïque briançonnais : à Roche Château (= Assise de Courchevel).

DÉFORMATIONS MÉCANIQUES DES EMPREINTES

Nous avons vu qu'une des causes de la destruction de certains gîtes fossilifères était le développement d'une schistosité secondaire résultant des efforts tectoniques. Mais il arrive que ces effets ne sont pas aussi importants et qu'ils se traduisent seulement par une déformation plus ou moins grande des empreintes dont il faut tenir compte sous peine de commettre des erreurs de détermination.

En cas de déformation intéressant a été observé à la Roche Jaille, entre la Tarentaise et la Maurienne, dans la partie occidentale du bassin houiller briançonnais. Il s'agit d'un gîte fossilifère où, grâce à de nombreux échantillons très déformés, on peut déterminer le *Pecopteris lamurensis*. On peut également apprécier le sens et l'intensité des déformations.

En effet, pour étudier la déformation des roches soumises à des efforts tectoniques, on a fait souvent appel à la déformation de fossiles (ammonites, belemnites tronçonnées, etc.) J. GOGUEL (1952) remarque à ce sujet que la méthode est d'application délicate, car il faut faire abstraction d'une part, de l'aplatissement parallèle à la stratification que l'échantillon a pu subir lors du tassement du sédiment; d'autre part, de la nature pétrographique du fossile qui peut être différente de celle de la roche encaissante et de ce fait, se déformera d'une autre façon.

Dans le cas d'empreintes végétales, le fossile peut être considéré comme plan et les phénomènes de tassement seront donc minimes. La pellicule charbonneuse n'a pu opposer aux forces qui ont déformé la roche qu'une résistance négligeable.

Les échantillons de *Pecopteris lamurensis* de la Roche Jaille proviennent d'une charnière de pli. Les schistes se débitent plus ou moins en baguettes. A première vue, ils semblent être étirés dans le sens de l'axe du pli. Grâce aux empreintes, on peut voir qu'il ne s'agit pas d'un étirement, mais d'une compression.

Les pinnules orientées parallèlement à l'axe du pli, ont conservé leur longueur normale, leur largeur est réduite (pl. X, fig. 3, inversement; celles orientées perpendiculairement à l'axe du pli ont une largeur normale, mais une longueur notablement réduite (pl. X, fig. 4).

Les lames minces taillées dans le schiste, perpendiculairement à l'axe du pli, ont montré que la contraction de la roche a été réalisée par un microplissement des lits de schistes et des filonnets de quartz secondaire. Les lits charbonneux qui représentent les fossiles ont été cassurés et basculés. Ce microplissement est semblable à celui qu'on observe dans certains schistes gaufrés hors des zones de charnières.

Les mesures faites sur un grand nombre de pinnules, comparées avec celles effectuées sur des échantillons non déformés de la même espèce, permettent de dire qu'elles n'ont pas subi un étirement selon un axe parallèle à la direction du pli, mais une contraction selon une direction perpendiculaire à cet axe. Cette contraction a donné aux schistes cette apparence de baguettes étirées. On peut évaluer grâce à ces mesures, qu'à l'échelle macroscopique, la surface primitive des délits schisteux a été réduite d'un tiers selon une direction perpendiculaire à l'axe du pli.

DEUXIÈME PARTIE
DESCRIPTION DE LA FLORE

Dans ce qui va suivre, nous décrirons les principales espèces trouvées dans le Carbonifère de la zone interne des Alpes. Elles sont groupées autant que possible selon leurs affinités botaniques.

Nous verrons successivement :

Les *PÉCOPTÉRIDÉES* qui sont des Fougères.

Les *NEUROPTÉRIDÉES* et les *MARIOPTÉRIDÉES* qui sont des Ptéridospermées.

Les *SPHENOPTERIS*. Sous ce nom générique sont réunies des plantes d'affinités très diverses puisqu'on y rencontre des Ptéridospermées et de vraies Fougères.

Parmi les Articulées, nous citerons les *CALAMARIÉES*, et les *SPHÉNOPHYLLALES*, familles propres au Carbonifère.

Les *LYCOPODIALES* avec les différents genres *Lepidodendron*, *Lepidophloios*, *Sigillaria* qui s'y rattachent.

Enfin les *CORDAITALES* qui sont des Gymnospermes.

Pécoptéridées

Genre *PECOPTERIS* BRONGNIART

1828. A. BRONGNIART. Prodrôme d'une histoire des végétaux fossiles, p. 54.

1951. P. CORSIN. Bassin houiller de la Sarre et de la Lorraine. I. Flore fossile. Pécoptéridées, n° 4. (Bibliographie).

La définition de A. BRONGNIART englobait des plantes très diverses. Maintenant le genre *Pecopteris* ne devrait comprendre que des vrais Fougères, à pinnules adhérentes par toute leur base au rachis support et dont la nervation comporte une nervure médiane nette qui émet des nervures secondaires simples ou une ou deux fois bifurquées.

CLASSIFICATION

D'après la fructification, les Pécoptéridées se classent ainsi (d'après P. CORSIN, 1951) :

Leptosporangées — section des *Senftenbergia* :

- a) Groupe de *Pecopteris plumosa* (fructificat. *Dactylothea*).
- b) » *P. pennaeformis* (fructificat. *Senftenbergia*).

Eusporangées (*Asterotheca* et dérivés) :

- c) Groupe de *P. Miltoni* (*Asterotheca*).
- d) » *Pecopteris cyatheoides* (*Asterotheca*).
- e) » *P. avoldensis* (*Zeilleria*).
- f) » *P. saraefolia* (fructification intermédiaire entre *Asterotheca* et *Orthotheca*, selon P. CORSIN).
- g) » *P. saraepontana* (*Orthotheca*).
- h) » *P. longifolia* (voisin d'*Acitheca*).
- j) » *P. unita* (*Ptychocarpus*).

Sections dont on ne connaît pas les fructifications :

- l) Groupe de *P. feminaeformis*.
- m) *Pecopteris* apparentés aux *Pecopteridium*.

Dans le terrain houiller briançonnais, les espèces suivantes sont représentées :

Pecopteris plumosa ARTIS.
Pecopteris plumosa var. *delicatula*.

Pecopteris Bredovi GERMAR.
Pecopteris cf. *aspera* BRONGNIART.
Pecopteris pennaeformis BRONGNIART.
Pecopteris cyatheoides et en particulier *Pecopteris Candollei* BRONGNIART.
Pecopteris aff. *Miltoni* ARTIS.
Pecopteris cf. *oreopteridia* SCHLOTHEIM.
Pecopteris lamurensis HEER.
Pecopteris saraepontana STUR.
Pecopteris polymorpha BRONGNIART.
Pecopteris feminaeformis SCHLOTHEIM.
Pecopteris unita BRONGNIART.

Espèces citées dans les travaux antérieurs et qui n'ont pas été retrouvées au cours de cette étude :

In PUSSENOT (1930) :

Pecopteris cf. *Schwerini* HEER.
Pecopteris oreopteridia SCHLOTHEIM.

In CORSIN (1950) :

Pecopteris cf. *micromiltoni* P. CORSIN.
Pecopteris sp. cf. *avoldensis* STUR.

PECOPTERIS PLUMOSA DENTATA (ARTIS, BRONGNIART) CORSIN

Pl. III, fig. 1, 1a, 3, 4, 4a, 5, 6, 7, 7a, 8

1825. *Filicites plumosus* ARTIS. Antediluvian Phytology, p. 17, pl. XVII.
1832. *Pecopteris plumosa* BRONGNIART. Histoire des Végétaux fossiles. p. 348, Pl. 121, fig. 1, 2; Pl. 122, fig. 1, 4.
1832. *Pecopteris dentata* BRONGNIART. Histoire des Végétaux fossiles, p. 123, Pl. 124, fig. 1, 5.
1924. *Dactylothea plumosa* KIDSTON. Fossil plants of the Carboniferous rocks of Great Britain, p. 383, Pl. XCII, XCIII, Pl. XCIV, fig. 1, 3; Pl. XCV, fig. 1 à 3; Pl. XCVI, fig. 2 et 3; Pl. CX, fig. 1 et 2; Pl. CXII, fig. 2, 2a.
1950. *Pecopteris (Senftenbergia) plumosa dentata* P. CORSIN. Bassin houiller de la Sarre et de la Lorraine. I. Flore fossile. Pécoptéridées, n° 4, p. 199, fig. 42, Pl. CXII à CXVIII.

(On trouvera dans les deux derniers ouvrages cités une abondante représentation de cette espèce ainsi que la bibliographie et la synonymie.)

Cette espèce très commune est bien connue grâce à de nombreux échantillons dont certains de grande taille, ont permis d'observer les différentes formes que prennent les pinnules selon leur position sur la fronde. Du fait de ces variations, il est difficile de la décrire sommairement. Les formes les plus fréquentes sont les suivantes :

1) Type *P. plumosa*. Les pinnules sont triangulaires et inclinées sur le rachis. La nervation généralement bien marquée comprend une nervure principale qui émet des nervures latérales peut serrées qui se bifurquent une fois (pl. III, fig. 1, 1a, 7, 7a par exemple).

2) Type *P. crenata*. Dans les parties moyennes de la fronde, les pinnules plus allongées sont souvent lobulées, ce qui annonce que la fronde va acquérir un plus grand degré de division.

Variété delicatula BRONGNIART. Pl. III, fig. 4, 4a, 5, 6, 8.

A. BRONGNIART a décrit comme une espèce distincte des formes à très petites pinnules qui ont un sommet aigu et des nervures latérales généralement simples, ce qui donne aux pennes un aspect de scie. R. ZEILLER n'y voyait qu'une variété du *Pecopteris plumosa dentata*, et il a été suivi en cela par la plupart des auteurs.

Cette variété a été rencontrée dans les Alpes, surtout dans les assises inférieures du Carbonifère.

STRATIGRAPHIE

Le *Pecopteris plumosa dentata* est une espèce commune à tous les niveaux du Carbonifère. Elle est cependant particulièrement abondante au Westphalien.

GISEMENTS

La Benoitte
Flanc nord des Aiguillers.
Croix des Gardéoles
Crête de Pasquier
Col de Névache
Crête du Vallon
Chemin du lac Long.

Ces gisements correspondent à ceux où j'ai prélevé des échantillons pour mes collections, mais cette espèce est beaucoup plus répandue que ne le laisserait croire cette liste.

Elle a été citée par P. CORSIN (1950)

Aux Mines de la Tour
Mines de Gardéoles
Villard-Saint-Pancrace
Col du Chardonnet
Saint-Chaffrey.

Ch. PUSSENOT (1930) la signale à L'Argentière, Rif Claret, La Sagnette, Puy-Richard, Le Peron, Col du Chardonnet. (ZEILLER *det.*).

On remarquera que tous les gisements cités sont localisés au Sud de l'Arc.

PECOPTERIS cf. PLUMOSA DENTATA

Pl. III, fig. 2

Cet échantillon se distingue des précédents par ses pinnules plus droites sur le rachis et leur sommet plus arrondi. Il n'est pas sans ressembler à certains aspects du *Pecopteris Volkmani* SAUVEUR, tel que l'a représenté R. ZEILLER (1886, pl. XXVIII, fig. 3) dans son ouvrage sur le terrain houiller de Valenciennes.

PECOPTERIS BREDOVI GERMAR

Pl. V, fig. 3 et 3a

1845. *Pecopteris Bredovi* GERMAR. Die Versteinerungen des Steinkohlengebirges von Vettin und Löbejun, 3^e livr., Pl. XIV.
- 1868-1872. *Cyatheites Bredovi* WEISS. Fossil Flora der jüngsten Steinkohlenformation und des Rothliegenden im Saar. Rhein. Geb. Z. dtsh. geol. Gesellsch., p. 68, Pl. IX et X, fig. 5 et 6.
1951. *Pecopteris Bredovi* P. CORSIN. Bassin houiller de la Sarre et de la Lorraine. I. Flore fossile. Pécoptéridées, n° 4, Pl. CXCVIII.

DIAGNOSE SOMMAIRE

Les pinnules de formes très arrondies sont soudées entre elles à la base. La nervation (Figure 3 du texte) est très nette et très peu serrée. Elle comprend une nervure principale flexueuse décurrente sur le rachis qui ne prend pas naissance au milieu de la base de la pinnule, mais dans sa partie postérieure.

Les nervures latérales sont également flexueuses et une fois bifurquées.



FIGURE 3
Pecopteris Bredovi GERMAR
d'après la figure 3a de la pl. V
Détail de la nervation $\times 3$

STRATIGRAPHIE. — Cette espèce jamais très abondante a été observée dans le Westphalien supérieur (Westphalien D) et dans le Stéphanien.

GISEMENTS. — Deux échantillons proviennent du Chalet des Râteaux, en Maurienne. Elle n'avait jamais été signalée dans le Carbonifère briançonnais.

PECOPTERIS POLYMORPHA BRONGNIART

Pl. I, fig. 1, 2, 3, 5 et 5a

1834. *Pecopteris polymorpha* BRONGNIART. Histoire des Végétaux fossiles. Pl. 331, fig. 1 à 6.
1888. *Pecopteris polymorpha* ZEILLER. Bassin houiller de Commentry. Flore fossile. 2, n° 2, p. 155, Pl. XVI, fig. 5, 6.
1925. *Acitheca polymorpha* KIDSTON. Fossil plants of carboniferous rocks of Great Britain. Vol. II, part. 6, p. 539, Pl. CXXVIII, fig. 1, 1a; Pl. CXXIX, fig. 1 à 4; Pl. CXXX, fig. 3, 4 (Synonymie et Bibliographie).
1951. *Pecopteris polymorpha* P. CORSIN. Bassin houiller de la Sarre et de la Lorraine. I. Flore fossile. Pécoptéridées, n° 4, p. 318, Pl. CLXVIII et CLXIX.

DIAGNOSE SOMMAIRE

Les pinnules sont généralement de grandes tailles, elles ont une forme ovale ou bien leurs bords sont parallèles et l'extrémité est soit arrondie, soit un peu aiguë. Elles sont un peu contractées à leurs bases ce qui leur donne un aspect neuropteridien.

La nervation comprend une nervure très forte non décurrente sur le rachis. Les nervures latérales naissent très obliquement par rapport à la nervure médiane, mais se recourbent rapidement et atteignent le bord du limbe presque perpendiculairement après avoir subi une ou deux divisions.

REMARQUES

Cette brève description est celle des pinnules situées dans les régions moyennes de la fronde. A. BRONGNIART avait déjà remarqué que l'on pouvait observer de grandes variations dans la forme et la taille des pinnules d'où le nom qu'il donne à ce *Pecopteris*.

P. CORSIN (1951, p. 314) note que sur certains échantillons la longueur des pinnules varie du simple au double tout en conservant la même largeur. Enfin, on connaît des formes à petites pinnules (A. BRONGNIART, 1834, Pl. 113, fig. 6) que P. CORSIN considère être une variété distincte (*Pecopteris polymorpha* BRONGNIART, var. *minor* P. CORSIN).

Le *Pecopteris polymorpha* se reconnaît généralement bien. Mais les formes à grandes pinnules peuvent être confondues parfois avec le *Neuropteris Schlehani* STUR. Si l'on ne peut pas observer le mode d'insertion des pinnules sur le rachis, la forme des lobes terminaux des penes de dernier ordre en permet la distinction.

Le lobe terminal est très développé chez le *Neuropteris Schlehani*, court et trapu chez le *Pecopteris polymorpha*.

Les formes à petites pinnules sont également difficiles à déterminer quand on est en présence d'échantillons mal conservés. Elles peuvent aussi être prises pour la forme à petites pinnules de *Neuropteris Schlehani*; elles ressemblent aussi beaucoup à certains *Pecopteris* du groupe *Pecopteris miltoni* et *Pecopteris oreopteridia*.

Les *Pecopteris Wongi* HALLE et *Pecopteris oreinervosa* CORSIN sont très proches du *Pecopteris polymorpha*.

Les échantillons représentés Planche I appartiennent aux formes à grandes pinnules. On remarquera également sur l'échantillon provenant du Carbonifère des rives du lac et de la Girotte (Pl. I, fig. 1), la dissymétrie des pinnules dans les penes de dernier ordre : les antérieures sont perpendiculaires au rachis, les postérieures très inclinées.

STRATIGRAPHIE

Le *Pecopteris polymorpha* apparaît dès la fin du Westphalien (Westphalien D) où il est assez rare. Au Stéphanien, il devient extrêmement abondant. P. BERTRAND disait que c'était la « mauvaise herbe » du Stéphanien. Ce *Pecopteris* est encore commun dans l'Autunien.

GISEMENTS

Il a été signalé dans la zone interne des Alpes par P. CORSIN (1951). Cet auteur le cite au Col des Encombres, au Petit-Saint-Bernard, au Col du Chardonnet, à Monétier et à Villard-Saint-Pancrace. Cependant, je n'ai jamais retrouvé la trace de cette espèce dans les environs de Briançon.

Les principaux points où cette espèce est abondante sont :

- l'Arrendier près de Valmenier
- le Col des Encombres
- les Chalets du Mennet
- le Col de Cherferie
- le Ravin de la Salla.

Tous ces gisements sont situés en Maurienne et en Tarentaise.

PECOPTERIS POLYMORPHA var. MAURIENNENSIS (nov. var.)

Pl. II, fig. 1 et 2

Le gisement des Chalets des Râteaux sur le flanc maurianais du Col des Encombres a fourni un grand nombre d'échantillons pouvant se rapporter au *Pecopteris polymorpha*, mais qui diffèrent de façon notable des formes typiques.

DIAGNOSE

Les pinnules (elles peuvent atteindre 16 à 18 mm de longueur) sont insérées perpendiculairement sur le rachis support, contractées à la base, à sommet arrondi. Elles ont souvent un aspect falciforme, étant légèrement arquées vers l'avant.

La nervation comprend une nervure médiane très forte et des nervures secondaires très serrées qui arrivent perpendiculairement aux bords du limbe (Fig. 4 du texte).

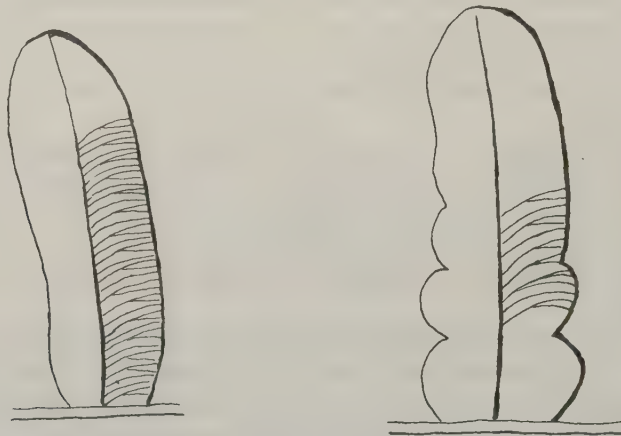


FIGURE 4

Pecopteris polymorpha BRGT. var. *mauriennensis* nov. var.
Détail de la nervation $\times 6$

Ce *Pecopteris* a de commun avec le *Pecopteris polymorpha*, la nervation. Chez tous les deux, les nervures secondaires atteignent le bord du limbe perpendiculairement.

Il n'est pas exclu que ce que je nomme variété soit vraisemblablement une espèce distincte. Cependant je n'ai pu me résoudre à créer une espèce nouvelle, étant donné que jusqu'à présent, je ne l'ai observée qu'en un seul point.

PECOPTERIS LAMURENSIS HEER

Pl. VI, fig. 1 à 6; Pl. VII, fig. 1 à 5; Pl. X, fig. 2, 3, 4, 5, 6

1872. *Pecopteris lamuriana* HEER. Monde primitif de la Suisse, p. 15, fig. 12.

1876. *Alethopteris lamuriana* HEER. Flora fossilis Helvetiae, p. 32, Pl. XII, fig. 6, 7.

1924. *Astrotheca lamuriana* KIDSTON. Fossil plants of carboniferous rocks of Great Britain, p. 532, Pl. CXXVI, fig. 1-3.

1951. *Pecopteris lamurensis* P. CORSIN. Bassin houiller de la Sarre et de la Lorraine. Flore fossile. Pécoptéridées, n° 4, p. 312, fig. 80, Pl. CLXXXVI; CLXXXVII; CLXXXVIII. (Bibliographie et Synonymie in R. KIDSTON (1924) et P. CORSIN (1951).)

DIAGNOSE SOMMAIRE

Les pinnules les plus typiques sont celles qui proviennent des régions moyennes de la fronde. Elles sont alors grandes, élancées et leurs bords latéraux sont ondulés. La nervation comprend une nervure principale forte qui donne naissance à des nervures latérales; celles-ci en se divisant donnent un faisceau de nervules par lobe.

REMARQUES

Le *Pecopteris lamurensis* est une plante bien caractérisée qu'il n'est plus possible de confondre avec d'autres espèces. Cependant les anciens auteurs l'ont déterminé comme *Pecopteris Miltoni* ARTIS. O. HEER (1876) lui-même l'a cité et représenté sous le nom de *Pecopteris pennaeformis* BRONGNIART, à propos d'échantillons provenant de Combaz d'Arbignon (Suisse) et de Petit Cœur. On peut facilement s'en rendre compte d'après les figures qu'il en a donné (1876, pl. X, fig. 3, 4, 5).

Parmi les échantillons récoltés dans la zone interne des Alpes, ce n'est qu'exceptionnellement que l'on peut observer la nervation. Les empreintes sont recouvertes la plupart du temps d'un enduit de séricite, mais la forme et la taille des pinnules est suffisamment caractéristique pour que l'on puisse les déterminer en toute certitude.

Les échantillons de la planche X (fig. 2 à 6) proviennent de la Roche Jaille. Ils ont subi d'importantes déformations mécaniques. Sur un exemplaire unique, il serait impossible de voir de quelle espèce il s'agit. Mais grâce au grand nombre de plaques récoltées, j'ai pu observer de nombreuses pennes déformées de façon différentes selon leur orientation et j'ai retrouvé ainsi la plupart des caractères spécifiques du *Pecopteris lamurensis*.

Enfin le gisement des Chalets du Mennet, gisement très riche en *Pecopteris lamurensis* a fourni une aphiébie (Pl. X, fig. 7). Elle est très ramifiée, ne montre pas de nervations, sa surface est couverte de nombreux poils duveteux. Sa taille est comparable à celle des aphiébies d'autres *Pecopteris*. Il y a une forte probabilité pour que cette aphiébie se rapporte au *Pecopteris lamurensis*.

STRATIGRAPHIE

Le *Pecopteris lamurensis* HEER, apparaît au sommet du Westphalien D. Sa période de prolifération se situe au Stéphanien inférieur.

L'association du *Pecopteris lamurensis* et du *Mixoneura flexuosa* est caractéristique de cet étage.

GISEMENTS

Maurienne : Col des Encombres
Roche de Jaille
La Gratte.

Tarentaise : Montagny
Chalets du Mennet
Roche de Tougne

Les Allues
Ravin de la Salla
Le Seriseray
Macot.

Il est très abondant dans tous ces gisements.

Ch. PUSSENOT l'a cité d'après les déterminations de P. BERTRAND à Seriseray et aux Encombres.

Il est cité à Macot dans la liste de W. KILIAN et J. REVIL. Il n'a jamais été rencontré dans la zone briançonnaise au Sud de l'Arc.

Enfin le *Pecopteris lamurensis* est abondant dans la plupart des gisements inclus dans les massifs cristallins de la zone externe.

PECOPTERIS CYATHÉOÏDES

Les *Pecopteris cyatheoides* (groupe *Pecopteris arborescens* de F. NĚMEJC et de P. CORSIN) forment un groupe très homogène. Les différentes espèces sont très voisines, et il est parfois très difficile de les distinguer sur des échantillons en mauvais état de conservation.

Les *Pecopteris cyatheoides* apparaissent au Westphalien D et persistent jusqu'à l'Autunien. Cependant certaines espèces ont une répartition plus restreinte : c'est le cas du *Pecopteris arborescens* SCHLOTHEIM qui se cantonnerait au Stéphanien inférieur. Si on trouve souvent cette espèce citée à des niveaux supérieurs du Stéphanien, cela est dû à une confusion avec des formes des *Pecopteris cyathea* ou *lepidorachis*. Ces derniers *Pecopteris* peuvent présenter en extrémité de fronde des petites pinnules à nervures secondaires non bifurquées, ce qui est un caractère du *Pecopteris arborescens*. Aussi on ne saurait être trop prudent dans sa détermination, et dans les conclusions stratigraphiques qu'on pourrait tirer de sa présence.

La plupart des *Pecopteris cyatheoides* rencontrés dans la zone briançonnaise sont trop imparfaits pour que l'on puisse pousser leur détermination jusqu'à l'espèce. En fait, seul le *Pecopteris candollei* a pu être déterminé avec quelque certitude, et encore sous un habitus particulier.

Nous rappellerons simplement les caractères généraux des *Pecopteris cyatheoides* :

Caractères généraux des *Pecopteris cyathéoïdes*

Les pinnules sont droites ou peu inclinées sur le rachis. Leur forme est généralement élancée. La nervation est peu compliquée; elle comprend une nervure principale bien marquée et des nervures latérales simples ou une fois bifurquées.

Le tableau suivant donne les caractères distinctifs des principales espèces.

TABEAU POUR LA DÉTERMINATION DES PRINCIPAUX PECOPTERIS CYATHÉOÏDES

Pinnules petites (rapport largeur $\frac{1}{2}$ longueur env.)	Nervures latérales simples.	Rachis lisse ou finement strié longitudinalement. Rachis épineux	P. ARBORESCENS SCHL. P. PALEACEA ZEILLER.
Pinnules allongées $\frac{l}{L} = \frac{1}{3}$	Nervures latérales bifurquées une fois Nervures latérales simples	P. PILOSA P. CORSIN. P. HEMITELIOIDES BRGT. Rachis lisse ou finement strié longitudinalement Pinnules droites ou très peu inclinées sur le rachis. Rachis épineux	P. LEPIDORACHIS BRGT. P. PECTINATA P. BERTR. Nervure principale comme P. cyathea = Nervure principale très forte =
	Nervures latérales bifurquées une fois Nervure principale décurrente.		P. CANDOLLEI BRONGNIART.

GISEMENTS DE
PECOPTERIS CYATHEOIDES

Pl. X, fig. 1 et 1a

GISEMENTS

Maurienne : Pont de l'Arrendier près de Valmeinier.

Tarentaise : Chalets du Mennet
Lac de la Loze.

PECOPTERIS CANDOLLEI BRONGNIART

Pl. V, fig. 1, 2, 4 et 4a

1833. *Pecopteris Candollei* BRONGNIART. Histoire des végétaux fossiles, p. 305, pl. 100, fig. 1.

1951. *Pecopteris Candollei* P. CORSIN. Bassin houiller de la Sarre et de la Lorraine. I. Flore fossile. Pécoptéridées, n° 4, p. 348, pl. CLXXXV, fig. 1 à 3.

DIAGNOSE SOMMAIRE

Les pinnules sont parfois légèrement arquées et contractées à leur base du côté antérieur.

La nervation comprend une nervure principale légèrement décurrente sur le rachis qui donne naissance à des nervures secondaires bifurquées une fois (Fig. 5 du texte).

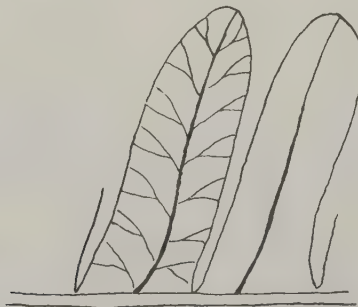


FIGURE 5
Pecopteris Candollei BRGT.
Détail de la nervation $\times 6$
(d'après P. CORSIN)

REMARQUE

Les échantillons du Col des Encombres (Pl. V, fig. 1) montrent l'aspect général de cette fougère avec ses pinnules très allongées et distantes les unes des autres.

Ceux trouvés au Chalet des Râteaux (Pl. V, fig. 2, 4 et 4a) près du Col des Encombres, versant Maurienne, diffèrent sensiblement du type de A. BRONGNIART par ses pinnules assez larges, très serrées sur le rachis qui se touchent par leurs bords. La nervation, que l'on peut observer sous un éclairage approprié, est tout à fait comparable à celle du type. Il se peut que

son aspect particulier soit dû à un certain écrasement de la fronde lors de son enfouissement, mais il n'est pas exclu que l'on ait affaire à une variété qu'il y aurait lieu de distinguer.

GISEMENTS

Col des Encombres
Chalet des Râteaux.

Ch. PUSSENOT a cité *Pecopteris Candollei* d'après des déterminations de R. ZEILLER, aux Encombres et à Seriseray.

***PECOPTERIS FEMINAEFORMIS* SCHLOTHEIM**

Pl. V, fig. 5

1906. *Pecopteris feminaeformis* ZEILLER. Bassin Houiller et Permien de Blanz y et du Creusot. Flore fossile, p. 55, Pl. XIII, fig. 1, 3.

1939. *Pecopteris feminaeformis* MATHIEU et STOCKMANS. Bassin de Kaïping, Pl. IV, fig. 2, Pl. XVIII, fig. 56 (Bibliographie et Synonymie *in*).

DIAGNOSE SOMMAIRE

Cette belle espèce stéphanienne est facilement identifiable par ses pinnules adhérentes entre elles à la base, par les dentelures de leurs bords, et par sa nervation simple, comprenant une nervure principale bien marquée, et des nervures secondaires non bifurquées qui se rendront dans les différentes denticulations (Fig. 6 du texte).

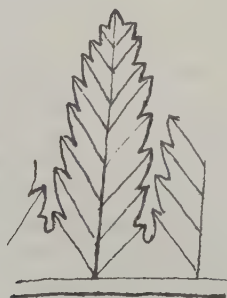


FIGURE 6
Pecopteris feminaeformis SCHLOTH.
Schéma d'une pinnule

STRATIGRAPHIE

Son extension stratigraphique va du Stéphanien à l'Autunien, cette espèce est cependant plus commune à partir du Stéphanien moyen.

GISEMENT

Elle n'a jamais été signalée antérieurement dans la zone interne des Alpes.

Provenance : Tarentaise; au-dessus des Chalets de Prachepaix à l'Ouest du Prariond.

PECOPTERIS aff. *MILTONI*

Pl. VIII, fig. 1, 1a; Pl. IX, fig. 1, 1a

Un échantillon (pl. IX, fig. 1, 1a) provenant de la Gratte, montre un grand fragment qui se rapporte à une penne primaire quadripinnée. Les pennes de dernier ordre sont courtes, larges et portent de petites pinnules très adhérentes entre elles. A l'extrémité de pennes de troisième ordre, cette coalescence des pinnules s'accroît et passe ainsi à des pinnules lobées sur leurs bords, puis à des pinnules entières. (Fig. 7 du texte.)

Le lobe terminal est large et arrondi.

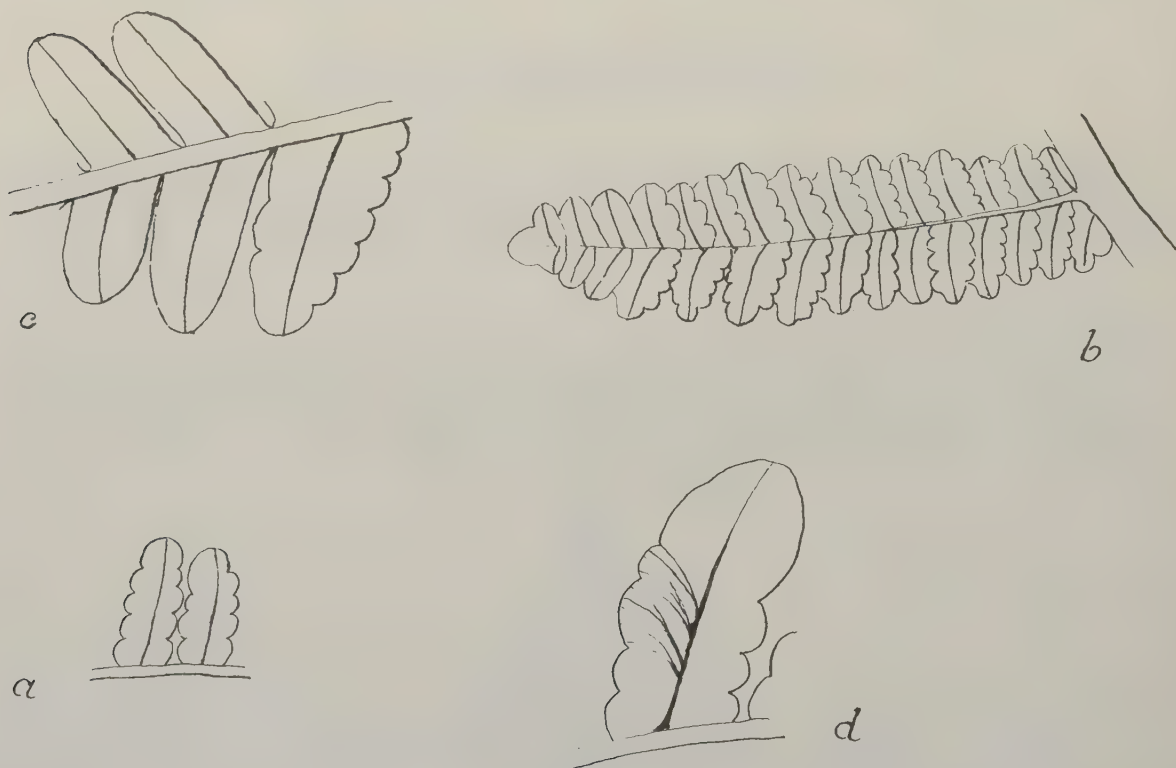


FIGURE 7

Pecopteris aff. *Miltoni*

a et b — Forme des pinnules et des pennes de dernier ordre. Gr. nat.
c et d — Forme des pinnules et détail de la nervation $\times 6$

L'épigenisation de l'échantillon par de la sérécité ne permet malheureusement pas de voir la nervation.

Les caractères que l'on peut observer permettent cependant de rapprocher cet échantillon du *Pecopteris Miltoni* ARTIS. Il en diffère par l'aspect plus trapu des pennes de dernier ordre.

L'échantillon de la planche VIII (fig. 1 et 1a) provenant du Chalet des Râteaux, se rapporte certainement à la même espèce que le précédent. Son état de conservation est meilleur et on peut observer la nervation.

Elle comprend une nervure principale décurrenente qui se divise rapidement en nervures arquées donnant ainsi naissance à un faisceau de nervures dans chaque pinnule ou dans chaque

lobe des éléments de dernier ordre. Cette nervation est donc très voisine de celle de *Pecopteris Miltoni*; mais ici également le lobe terminal des pennes de dernier ordre est très court et très large. (Fig. 7 du texte.)

L'espèce qui pourrait se rapprocher le plus de ces échantillons est le *Pecopteris pseudo-vestita* WITHE, que P. CORSIN (1951) fait tomber partiellement en synonymie avec le *Pecopteris Miltoni*.

Il est certain que nous avons affaire sinon au *Pecopteris Miltoni*, du moins à une espèce très voisine appartenant certainement au groupe dont le *Pecopteris Miltoni* peut être considéré comme le chef de file.

GISEMENTS

Pointe de la Gratte

En Maurienne :

Chalets des Râteaux.

REMARQUE

Les *Pecopteris Miltoni* signalés par les anciens auteurs dans les bassins houillers de la zone externe, se rapportent vraisemblablement au *Pecopteris lamurensis* HEER.

***PECOPTERIS* cf. *OREOPTERIDIA* SCHLOTHEIM**

Pl. VIII, fig. 1, 2a, 3

Un autre *Pecopteris* appartenant au groupe du *Pecopteris Miltoni* est représenté par d'assez nombreux échantillons provenant du Chalet des Râteaux. Il montrent des pennes bipennées. L'échantillon de la planche VIII, fig. 3, permet de penser que les deux pennes parallèles appartiennent à une même fronde : ce *Pecopteris* serait donc au moins tripenné.

Les pennes de dernier ordre sont linaires, terminées par un lobe allongé. Elles portent des petites pinnules presque aussi larges que hautes adhérentes entre elles à la base. Sur certaines, on peut voir, malgré la présence d'un enduit de sérécité que la nervation comprend une nervure principale forte et des nervures secondaires une fois bifurquées.

D'après l'échantillon reproduit planche VIII, fig. 2a, il ne semble pas que la nervure principale soit très décurrente sur le rachis. Un autre caractère à noter est la forme, et l'insertion des pinnules situées à la base des pennes du côté inférieur. Elles sont insérées dans l'angle fourni par les deux rachis, et sa taille est notamment plus grande que celle des pinnules suivantes. Ces caractères font penser qu'il peut s'agir du *Pecopteris oreopteridia* SCHLOTHEIM.

On peut comparer par exemple l'échantillon de la Planche VIII, fig. 3, à celui représenté par R. KIDSTON (1925, pl. CXVIII, fig. 1). Mais sur l'exemplaire reproduit par cet auteur, les pennes ont un contour plus lancéolé. Les échantillons des Alpes ne sont pas non plus sans ressembler au *Pecopteris oreinervosa* CORSIN du bassin houiller Sarro-Lorrain. Cette dernière espèce est elle aussi très voisine du *Pecopteris oreopteridia* SCHLOTHEIM.

GISEMENT

Chalet des Râteaux (Maurienne).

Les auteurs antérieurs ont signalé *Pecopteris oreopteridia* SCHLOTHEIM et *Pecopteris* cf. *oreopteridia* au Col des Encombres et à Seriseray (in Ch. PUSSENOT, 1930).

Un autre *Pecopteris* du groupe *P. Miltoni* a été signalé par P. CORSIN (1951) qui a déterminé *Pecopteris micromiltoni* P.B. sur un échantillon de Puy-Richard. Je n'ai pas retrouvé cette espèce au cours des recherches sur le terrain.

PECOPTERIS SARAEPONTANA STUR

Pl. II, fig. 3 et 3a

1885. *Danaeites saraepontanus* STUR. Carbon flora. Pl. 61, fig. 2.

1890. *Parapecopteris nevropteridis* GRAND'EURY. Bassin Houiller du Gard, Pl. V, fig. 2 à 5, Pl. VI, fig. 25 et 26.

1927. *Pecopteris (Danaeites) saraepontana* HIRMER. Handbuch der Paläobotanik, Pl. 591, fig. 711.

1951. *Pecopteris (Orthotheca) saraepontana* CORSIN. Bassin houiller de la Sarre et de la Lorraine. I. Flore fossile. Pécoptéridées, 4^e fasc., p. 241, Pl. CXXVIII à CXXXI.

DIAGNOSE SOMMAIRE

Les pinnules de grandes tailles peuvent atteindre 15 à 18 mm de longueur, légèrement contractées à la base, pointues au sommet. Elles présentent parfois un aspect aléthoptéridien.

La nervation comprend une nervure principale forte allant jusqu'au sommet de la pinnule qui donne naissance à des nervures secondaires assez peu serrées, bifurquées une fois ou deux.

REMARQUES

Ce *Pecopteris* peut présenter un aspect qui peut le faire confondre avec certains *Alethopteris*. Il s'agit bien d'un *Pecopteris*, puisqu'on connaît sa fructification qui est celle d'une vraie fougère, tandis que les *Alethopteris* sont tous des Ptéridospermées.

Les fructifications sont très caractéristiques. Les synanges donnent sur la face inférieure des pinnules des épaississements allongés, perpendiculaires au bord du limbe. STUR les avait comparées au genre actuel *Danea*, d'où le nom *Danaeites* qu'il a donné à cette plante. P. CORSIN (1959) a montré grâce à de bons échantillons provenant de Lorraine qu'il s'agissait d'un type particulier de fructifications, constitué par de petits sporanges isolés, rangés de part et d'autre des nervures, recouverts d'une indusie s'ouvrant par une fente. Quand l'indusie est fermée on ne voit pas les sporanges, mais seulement un bourrelet allongé.

Les échantillons représentés planche II se rapportent à des formes fructifiées. Une légère épigénisation par de la sérécité masque les détails et ne permet pas d'observer cette structure particulière; cependant ce que l'on voit montre qu'il s'agit bien de ce type de fructification et permet de déterminer ce *Pecopteris* avec le maximum de certitude.

STRATIGRAPHIE

Le *Pecopteris saraepontana* est un fossile du Westphalien D. Il a été cependant signalé dans le bassin du Gard et à St-Etienne, il persisterait donc, sans être fréquent, au Stéphanien inférieur.

GISEMENT

Chalet des Râteaux (près du Col des Encombres, versant Maurienne). Il n'a jamais été signalé antérieurement dans les Alpes.

PECOPTERIS PENNAEFORMIS BRONGNIART

Pl. I, fig. 4, 6, 7; Pl. IV, fig. 4 et 4a

1835. *Pecopteris pennaeformis* BRONGNIART. Histoire des végétaux fossiles, p. 345, Pl. 118, fig. 3, 4.
 1888. *Pecopteris pennaeformis* ZEILLER. Bassin houiller de Valenciennes. Flore fossile, p. 207, Pl. XXX, fig. 1 à 4.
 1951. *Pecopteris (Senftenbergia) pennaeformis* P. CORSIN. Bassin houiller de la Sarre et de la Lorraine. I. Flore fossile. Pécoptéridées, 4^e fasc., p. 212, text. fig. 44, Pl. CXIX à CXXI (Bibliographie et Synonymie *in*).

DIAGNOSE SOMMAIRE

Les pinnules sont perpendiculaires au rachis support, petites, assez larges.

La nervation est très fortes, assez lâche ; elle comprend une nervure médiane très forte, non décurrenente sur le rachis support, et des nervures latérales fortes, divisées une ou deux fois. (Fig. 8 du texte.) Les rachis de divers ordres sont couverts de petits poils épineux.

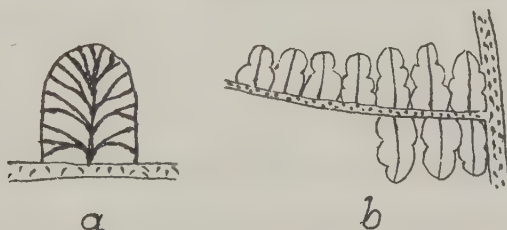


FIGURE 8

Pecopteris pennaeformis BRGT.

- a — Détail de la nervation $\times 6$
 b — Forme lobulée de certaines pinnules

REMARQUES

Cette espèce est facilement reconnaissable grâce à l'épaisseur de sa nervation.

Les échantillons récoltés dans les Alpes sont très fragmentaires, certains ne montrent que quelques pinnules ; comme les échantillons représentés planche I(1). Mais la nervation est suffisamment forte pour qu'on ne puisse le rapporter à aucune autre espèce.

STRATIGRAPHIE

Le *Pecopteris pennaeformis* se rencontre généralement dans le Westphalien B et C.

GISEMENTS

Rive gauche de la Guisane
 Chemin des Chasseurs

(1) Depuis la rédaction de ce travail, nous avons retrouvé de plus beaux échantillons de cette espèce dans les déblais de la nouvelle mine de Pierre Grosse sur la rive gauche de la Guisane. Ces échantillons montrent qu'il s'agit du *Pecopteris pennaeformis* BRGT. var. *minor* DALINVAL. Cette variété serait particulière au Westphalien A et B (A. DALINVAL, 1960 : Contribution à l'étude des Pécoptéridées. Les *Pecopteris* du bassin houiller du Nord de la France, Lille, pp. 83 à 94).

Il a été déterminé par R. ZEILLER (in Ch. PUSSENOT, 1930) à :

Rif Claret
Puy-Richard

P. CORSIN (1950) le cite à :

Puy-Richard
Chamandrin.

PECOPTERIS cf. ASPERA BRONGNIART

Pl. IV, fig. 1 et 2

1825. *Pecopteris aspera* BRONGNIART. Histoire des Végétaux fossiles. I, p. 139, Pl. 120, fig. 1 à 4.
1875. *Senftenbergia aspera* STUR. Culm. flora 2-2. Abhdlg. k. k. geol. Reichsanst., Osterr., LVII, p. 299 (193), Pl. XXVIII, fig. 10, 10a.
1886. *Pecopteris (Dactylothea) aspera* ZEILLER. Bassin houiller de Valenciennes. Flore fossile. Et. Gîtes minéraux de la France, p. 202, Pl. XXIX, fig. 1 à 3.
1924. *Dactylothea Sturi* KIDSTON. Fossil plants of the Carboniferous rocks of Great Britain. Vol. II, part 5, p. 395, Pl. XCIV, fig. 4, 4a, 5, 6.

DIAGNOSE SOMMAIRE

Les pinnules sont deltoïdes, à sommet arrondi, et de taille très irrégulière. La nervation est souvent peu visible.

Les rachis de différents ordres sont couverts de petits poils raides épineux.

REMARQUES

Il ne saurait être question ici de débattre l'identité du *Pecopteris aspera* et celle de *Pecopteris Sturi*. Il est très possible que ces deux espèces représentent seulement des variétés locales.

Deux gisements seulement ont donné des empreintes pouvant se rapporter au *Pecopteris aspera* ; mais, malheureusement, les échantillons sont imparfaits et un doute subsiste quant à leur détermination :

1) Les échantillons provenant de la Crête de Pasquier dont un exemplaire est représenté planche IV, fig. 1, montre des pinnules deltoïdes à sommet arrondi, et la forme générale de la plante rappelle assez celle du *Pecopteris aspera*, mais on ne peut voir ni la nervation, ni si les rachis étaient épineux. Il est possible qu'il s'agisse en réalité d'une forme du *Pecopteris plumosa dentata* (ARTIS, BRONGNIART) CORSIN.

2) Crête de la grande Cîme (Névache). Il s'agit surtout de gros rachis épineux.

Sur un échantillon j'ai pu observer quelques pinnules semblables à celles du *Pecopteris aspera* en connexion avec ces rachis, mais le mauvais état de l'empreinte ne permet pas de le figurer utilement.

STRATIGRAPHIE

Le *Pecopteris aspera* est considéré comme une plante caractéristique du Namurien.

Crête de Pasquier (douteux)

Grande Cîme Névache (probable).

Aléthroptéridées

Les Aléthroptéridées comprennent des Ptéridospermées à grande fronde, à grandes pinnules pécoptéroïdes souvent soudées entre elles à la base et décurrentes sur le rachis.

Elles se subdivisent en deux genres (1) :

- 1) Genre *Alethopteris*, à nervures latérales non anastomosées
- 2) Genre *Lonchopteris*, à nervures en réseau.

Le genre *Lonchopteris* semble faire complètement défaut dans le Carbonifère des Alpes.

Le genre *Alethopteris* est représenté. Il faut cependant remarquer qu'il y est très rare, surtout dans la zone briançonnaise. Cette rareté est curieuse à constater, car ce genre est généralement très abondant dans les flores westphalienne et stéphanienne des bassins houillers de l'Europe occidentale.

Parmi les espèces que l'on peut distinguer, certaines sont très caractéristiques, d'autres au contraire sont difficiles à définir et à déterminer tant il existe de types intermédiaires. C'est le cas par exemple des *Alethopteris lonchitica*, *Serli*, *Serli-lonchitifolia*, *Grandini*.

Il semble que ces espèces représentent les stades d'évolution d'un même phyllum.

Dans les Alpes, les Aléthroptéridées sont représentées par les espèces suivantes :

Alethopteris Serli BRONGNIART

Alethopteris lonchitifolia P. BERTRAND

Alethopteris Grandini ZEILLER (non BRONGNIART) (2).

ALETHOPTERIS SERLI BRONGNIART

Pl. XIV, fig. 1, 1a

1832 ou 1833. *Pecopteris Serli* BRONGNIART. Histoire des Végétaux fossiles, I, p. 293, Pl. 85.

1886-88. *Alethopteris Serli* ZEILLER. Bassin houiller de Valenciennes. Flore fossile (Etude des gîtes minéraux de France), p. 234; Pl. XXXVI, fig. 1, 2; Pl. XXXVII, fig. 1, 2.

1932. *Alethopteris Serli* CORSIN. Guide paléontologique dans le terrain houiller du Nord de la France. p. 320, Pl. XXXIX.

(1) P. BERTRAND faisait entrer dans cette famille les genres *Pecopteridium* P. BERTRAND; *Palaeoweichselia* POTONIÉ et GOTHAN; *Callipteridium* WEISS. Nous ne l'avons pas suivi dans notre travail, réduisant ainsi la famille à deux genres. Dans une note récente P. CORSIN (1960, Classification des Ptéridophytes et Ptéridospermophytes du Carbonifère et du Permien, *Bull. Soc. géol. Fr.*, (7), 2, n° 5, pp. 570-571) sépare ces trois derniers genres des Aléthroptéridées pour les réunir en une nouvelle famille : les Calliptéridacées.

Voir également M. BUISINE (1961) : Contribution à l'étude de la flore du terrain houiller. Les Aléthroptéridées du Nord de la France. Lille.

(2) Voir au sujet de l'*Alethopteris Grandini* BRONGNIART, page 48.

DIAGNOSE SOMMAIRE

Les pinnules ont généralement un contour ovale, aigu au sommet. La nervation comprend une nervure médiane nette, et des nervures latérales serrées, simples ou bifurquées qui atteignent le bord du limbe presque perpendiculairement. (Fig. 9 du texte.)

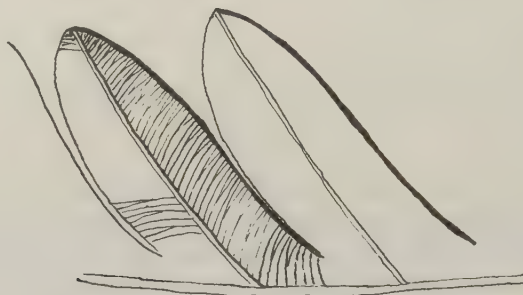


FIGURE 9
Alethopteris Serli BRGT.
Détail de la nervation $\times 3$,
d'après l'échantillon figuré pl. XIV, fig. 1a

EXTENSION STRATIGRAPHIQUE

Dans les bassins houillers de l'Europe occidentale sa période d'apogée se situe au Westphalien C.

GISEMENTS

Col de Tramouillon.

REMARQUES

Certains échantillons d'*Alethopteris Grandini* du Stéphanien de Barles sont très voisins d'aspect.

Au col de Tramouillon, certains échantillons montrent des pinnules très allongées qui tendent fortement vers l'*Alethopteris lonchitifolia* P. BERTRAND (1).

Les échantillons représentés par O. HEER sous le nom d'*Alethopteris Serli* (1876, Pl. XII, fig. 8 et 9), provenant de Vallorcine, se rapportent en réalité à l'*Alethopteris Grandini*, ZEILLER (non BRONGNIART).

ALETHOPTERIS LONCHITIFOLIA P. BERTRAND

Pl. XLV, fig. 1 et 1a

1932. *Alethopteris lonchitifolia* P. BERTRAND. Bassin houiller de la Sarre et de la Lorraine. Flore fossile, 2^e fasc. Aléthoptéridées, p. 67, Pl. XXXI à XXXIV.

P. BERTRAND a donné une abondante figuration de cette espèce.

(1) Note en cours d'impression : Dans un travail récent M. BUISINE (1961) fait tomber en synonymie *Alethopteris lonchitifolia* P. BERTRAND avec *Alethopteris Serli* BRONGNIART.

DIAGNOSE SOMMAIRE

Pinnules très allongées, décurrentes sur le rachis; leurs bords sont parallèles.

La nervation comprend une nervure médiane très forte d'où partent des nervures secondaires fines, très serrées, simples ou une fois bifurquées près de la nervure principale. Elles atteignent le bord du limbe perpendiculairement après un parcours rectiligne. (Fig. 10 du texte).

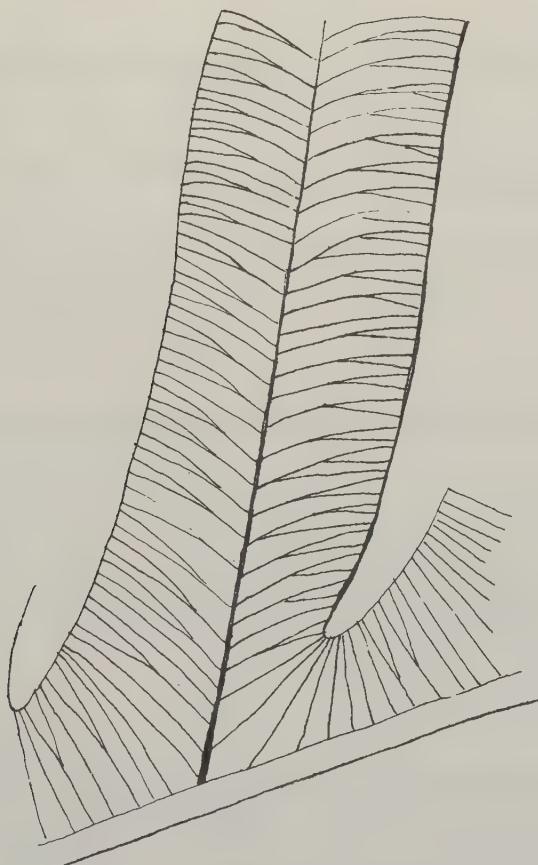


FIGURE 10
Alethopteris lonchitifolia P. BERTRAND
Détail de la nervation $\times 6$
(d'après P. BERTRAND, 1932)

REMARQUES

On peut rencontrer des pinnules qui se rapprochent beaucoup de la forme *Alethopteris serli*; il est très vraisemblable que cette espèce représente une forme évoluée de cette dernière.

EXTENSION STRATIGRAPHIQUE

L'Alethopteris lonchitifolia est très abondant en Lorraine dans l'assise des Flambants supérieurs (Westphalien D). Il a été signalé dans les charbons gras (Westphalien C).

GISEMENTS

L'échantillon figuré planche XLV, fig. 1 provient de la mine de la Buffa, en Maurienne. Il ne montre seulement que la base de deux pinnules, mais la nervation est suffisamment nette et caractéristique pour la détermination (1). L'*Alethopteris lonchitifolia* a été signalé par P. CORSIN (1955) d'après des échantillons provenant de Villard-Saint-Pancrace, Saint-Chaffrey, La Combarine.

ALETHOPTERIS GRANDINI ZEILLER (non BRONGNIART)

Pl. XLV, fig. 2 et 2a

1888. *Alethopteris Grandini* ZEILLER. Végétaux fossiles du terrain houiller de Commentry. Liv. II, 1^{re} partie; p. 203, Pl. XXI, fig. 1 à 8.

L'espèce décrite par R. ZEILLER est différente de celle de A. BRONGNIART. On trouvera plus loin à propos du sondage de Barles la comparaison des espèces de ces deux auteurs (voir page 191 ss.).

EXTENSION STRATIGRAPHIQUE

L'*A. Grandini* ZEILLER est très abondant dans les bassins stéphanien de France.

GISEMENTS

Un échantillon provenant du lac de la Loze près de Courchevel, en très mauvais état de conservation semble bien se rapporter à l'espèce de R. ZEILLER, par la forme arrondie de ses pinnules. Les nervures secondaires ne sont malheureusement pas visibles.

(1) C'est la première espèce westphalienne qui a été trouvée au Nord de l'Arc.

Neuroptéridées

A l'origine, cette famille comprenait uniquement le genre *Neuropteris* que A. BRONGNIART (1828) définissait ainsi :

« Fronde pinnée ou bipinnée, pinnules non adhérentes par leur base au rachis, plus ou moins cordiformes, entières; nervures très fines, serrées, plusieurs fois dichotomes, arquées, naissant très obliquement de la base de la pinnule et de la nervure moyenne qui disparaît vers l'extrémité des pinnules. »

Depuis, la famille des Neuroptéridées s'est enrichie d'autres genres :

1° *Linopteris* à la nervation en réseau.

2° *Mixoneura*, terme proposé par R. ZEILLER, repris par P. BERTRAND, [= *Neurodonopteris* de H. POTONIÉ (1893)], pour désigner des plantes présentant des pinnules correspondant à la définition des *Neuropteris* BRONGNIART et des pinnules odontoptéridiennes.

3° Enfin, certains auteurs y ajoutent les *Odontopteris* genre où les pinnules sont attachées par toute leur base au rachis et n'ont pas de nervure médiane nette. Les nervures secondaires sont issues directement du rachis.

Parmi les *Neuropteris* et *Linopteris*, on peut distinguer deux sous-familles :

1) Les Paripinnées dont les pennes de dernier ordre sont terminées par deux pinnules. De plus, dans l'intervalle des pennes les rachis sont habillés de pinnules (Rachivestitées de P. BERTRAND, 1930).

II) Les Imparipinnées dont les pennes de dernier ordre sont terminées par une pinnule unique, plus ou moins développée.

P. BERTRAND (1930) subdivisait ainsi la famille des Neuroptéridées :

1) Groupe du *Neuropteris heterophylla*.

2) Groupe des *Rachivertitées*.

comprenant :

a) *Neuropteris* du type *N. gigantea*.

b) *Linopteris neuropteroides*.

1) Genre *Mixoneura*.

4) Genre *Odontopteris*.

W. GOTHAN et W. REMY (1957) ont proposé la classification suivante :

NEUROPTÉRIDÉES.

Imparipinnées (Imparipinnate).

a) Nervation non anastomosée, genre *Imparipteris* (= groupe de *N. heterophylla*).

b) Nervation anastomosée, genre *Reticulopteris* (= genre *Linopteris pro parte*) type *Reticulopteris (Linopteris) Münsteri*.

PARIPINNÉES (= Rachivistitées de P. BERTRAND).

- a) Nervation non anastomosée, genre *Paripteris* type *Paripteris (Neuropteris) gigantea*.
- b) Nervation anastomosée, genre *Linopteris* type *Linopteris neuropteroides*.

Cette classification fait entrer le genre *Mixoneura* dans le genre *Imparipteris*, et exclut le genre *Odontopteris* de la famille.

DÉFINITION

D'une façon générale, on peut dire que la famille des Neuroptéridées comprend des Ptéridospermées à fronde de grande taille. Les pinnules peuvent être de formes très diverses. Certaines sont contractées en forme de cœur à la base et adhèrent au rachis support par un seul point; d'autres adhèrent au rachis par toute leur base.

La nervation peut comprendre ou non des nervures principales. Les nervures secondaires peuvent être ou non anastomosées et naître : soit d'une nervure médiane, soit de la base de la pinnule, soit directement du rachis support.

Les plantes répondant à cette définition peuvent se classer comme suit :

I. — PARIPINNÉES

(Rachivistitées de P. BERTRAND).

Structure générale de la fronde mal connue. Les pennes de dernier ordre sont terminées par deux pinnules. Présence de pinnules portées par les rachis dans les intervalles des pennes de dernier ordre. Les pinnules en forme de cœur à la base adhèrent au rachis par un seul point.

- a) Nervation non anastomosée, groupe du *Neuropteris (Paripteris) gigantea*.
- b) Nervation anastomosée, groupe du *Linopteris neuropteroides*.

II. — IMPARIPINNÉES

Frondes grandes, divisées vraisemblablement en deux éléments. Chaque élément a une structure dissymétrique. Les pennes de dernier ordre sont terminées par une pinnule unique. On peut distinguer selon la forme et la nervation des pinnules les genres suivants :

- a) Nervation anastomosée. Pinnule en forme de cœur à la base, adhérant au rachis par un seul point genre *Linopteris*, type *Linopteris (Reticulopteris) Münsteri*.

- b) Nervation non anastomosée.

Pinnules d'un seul type, en forme de cœur à la base adhérant au rachis par un seul point.

Cyclopteris à bords entiers

genre *Neuropteris (Imparipteris)*

type *Neuropteris heterophylla*.

Pinnules de deux types :

1) du type *Neuropteris*.

2) du type *Odontopteris*

Cyclopteris finement découpés sur leurs bords.

genre *Mixoneura*.

c) Pinnules adhérent au rachis support par toute leur base. Nervation ne comprenant pas de nervure principale bien nette; nervures secondaires issues directement du rachis support genre : *Odontopteris*.

Les rapports entre les divers genres et types de la famille de Neuropteridées sont d'ordre différents. Ainsi, c'est essentiellement la forme des pinnules et la nervation qui fait rapprocher les Paripinnées comprenant *Neuropteris* du type *Neuropteris gigantea* et les *Linopteris* du type *Linopteris neuropteroides*, des Imparipinnées du type *Neuropteris heterophylla* et *Linopteris* (*Reticulopteris*) *Münsteri*. Par contre chez les Imparipinnées, il existe de grandes différences dans la forme des pinnules et la nervation entre les *Neuropteris* du type *N. heterophylla* et les *Odontopteris*. Ici, c'est l'architecture de la fronde qui est le terme commun à ces deux genres. Il faut cependant remarquer que le genre *Mixoneura* constitue un genre intermédiaire entre ces derniers, puisqu'il présente à la fois des pinnules neuropteridiennes et odontopteridiennes.

Structure de la fronde chez les Imparipinnées

L'échantillon de ROEHL (reproduit in R. ZEILLER, 1900, p. 106) et W. GOTHAN et W. REMY, 1957, p. 125, fig. 118), montre que la fronde de *N. heterophylla* comprenait un gros rachis garni de *Cyclopteris* qui se bifurquait de façon dichotomique en deux éléments de fronde, chaque élément étant dissymétrique, c'est-à-dire que les pennes externes étaient beaucoup plus divisées que les internes. D'autres échantillons, en particulier ceux représentés par A. BRONGNIART (1828, Pl. 71) et par R. ZEILLER (1888, Pl. XLIII et XLIV) montrent que la fronde des *Neuropteris heterophylla* était certainement plus complexe que ne le suggère l'échantillon de ROEHL. En particulier, les deux éléments issus du rachis porteur des *Cyclopteris* pouvaient se ramifier davantage en donnant ainsi naissance à des pennes également dissymétriques. La fronde était vraisemblablement encore plus divisée que sur notre schéma (Fig. 11b). Il faut enfin remarquer la présence de pennes intercalaires (1).

Les grands fragments de fronde de *Mixoneura* sont rares. On trouve généralement : soit des pinnules isolées, soit des pennes du dernier ordre. On en connaît les *Cyclopteris*. Certains fragments de frondes, en particulier ceux figurés par P. BERTRAND (1930), permettent d'observer une certaine dissymétrie ainsi que l'existence de pennes intercalaires comme chez les grands exemplaires de *Neuropteris heterophylla*. Il est très probable que l'architecture de la fronde de *Mixoneura* était très voisine, sinon tout à fait semblable, à celle du *N. heterophylla*.

La fronde des plantes du genre *Odontopteris* est connue grâce à des échantillons complets d'*Odontopteris minor-Zeilleri* POTONIE provenant du Gard (F. GRAND'EURY, 1898) ou de grandes portions de fronde provenant de Blanzay (R. ZEILLER, 1906). On retrouve la même bifurcation en deux éléments au-dessus d'un rachis, porteur de *Cyclopteris* (fig. 11a).

ESPÈCES TROUVÉES DANS LA ZONE HOUILLÈRE BRIANÇONNAISE

Paripinnées

- a) *Neuropteris* (*Paripteris*) (1) *linguaeifolia*, P. BERTRAND.
- b) *Linopteris neuropteroides*, GUTBIER.

(1) Dans les listes de fossiles, il sera encore fait usage de l'ancienne nomenclature : *Neuropteris*, *Linopteris*, ceci afin de garder une certaine homogénéité dans les termes et faciliter les comparaisons avec les anciennes listes de fossiles. En effet, pour un géologue non spécialiste, il ne serait pas évident que *Neuropteris gigantea* des anciennes listes est la même espèce que *Paripteris linguaeifolia*.

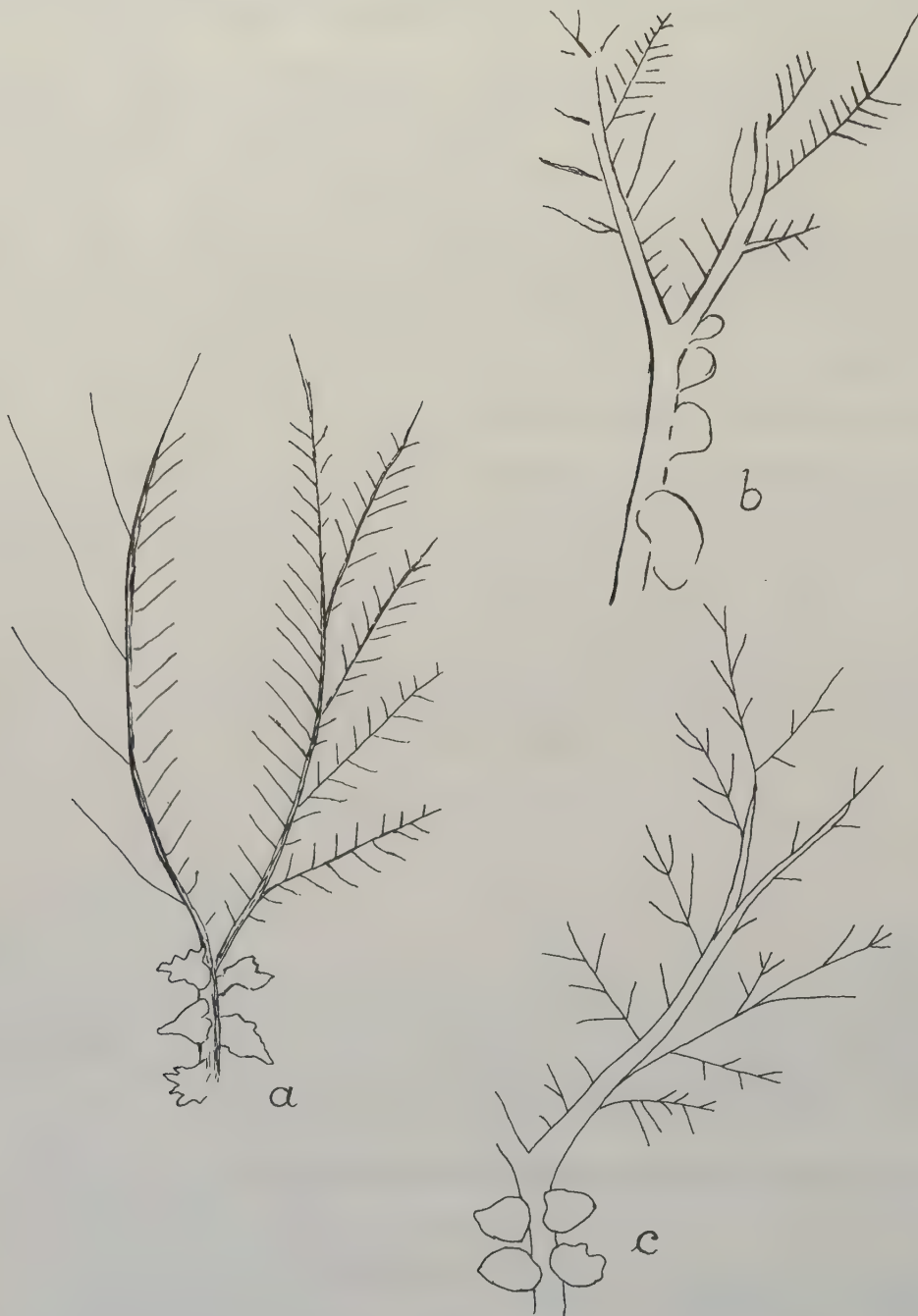


FIGURE 11

Schémas de la structure des frondes de quelques Neuroptéridées

a — *Odontopteris* (d'après R. ZEILLER)

b — *Neuropteris* (d'après l'échantillon de RÖHL)

c — *Mixoneura* (original)

Imparipinnées

- a) *Linopteris* (néant).
- b) Groupe de *N. heterophylla*.
Neuropteris (Imparipteris) Schlehani STUR.
Neuropteris (Imparipteris) attenuata LINDLEY et HUTTON.
Neuropteris (Imparipteris) cf. attenuata.
Neuropteris (Imparipteris) gardeolensis nov. sp.
Neuropteris (Imparipteris) cf. gardeolensis.
Neuropteris (Imparipteris) obliqua BRONGNIART.
- c) *Mixoneura*.
- d) *Odontopteris* sp.

PARIPINNÉES

NEUROPTERIS (PARIPTERIS) LINGUAEFOLIA P. BERTRAND

Pl. XVIII, fig. 1 à 3; Pl. XIX, fig. 1 à 3; Pl. XX, fig. 1 et 2

- 1930. *Neuropteris linguaefolia*. P. BERTRAND. Bassin houiller de la Sarre et de la Lorraine. Flore fossile. Fasc. 1, Neuroptéridées. Etude des gîtes minéraux de la France, Lille. p. 31-32, Pl. XV, fig. 1 à 4.
- 1932. *Neuropteris linguaefolia*. P. CORSIN. Guide paléontologique dans le terrain houiller du Nord de la France. Trav. Mém. Univ. Lille, n° 5, p. 26, Pl. XX, fig. 1 à 4.
- 1933. *Neuropteris linguaefolia*. F. STOCKMANS. Les Neuroptéridées des bassins houillers belges, 1^{re} partie. Mém. Mus. r. Hist. nat. Belg., n° 57, pp. 49-50, Pl. XVI, fig. 4.
- 1953. *Neuropteris linguaefolia*. V. HAVLENA. Neuropteridy Ceského Karbonu a Permu, pp. 51-54; Pl. VI, fig. 4, 5, 5a.

DIAGNOSE (d'après P. BERTRAND).

Espèce caractérisée par ses pinnules droites, ou faiblement arquées, à bords parallèles, arrondies au sommet, légèrement échancrées en cœur à la base, ayant très souvent l'aspect d'une langue.

Nervures serrées, rayonnant à partir de la base. Pas de nervure médiane, ou nervure médiane très courte, indiquée seulement tout en bas de la pinnule.

REMARQUES

Ce n'est qu'en 1930 que P. BERTRAND a décrit cette espèce qui était confondue avant lui avec les *Neuropteris gigantea* STERNBERG, et *Neuropteris pseudogigantea* POTONIÉ. Elle se distingue de ces dernières par l'absence de nervure principale dans la nervation des pinnules.

Tous les échantillons déterminés dans les Alpes par les anciens auteurs comme *Neuropteris gigantea* doivent être rapportés au *Neuropteris linguaefolia* P.B. Ce fait a été vérifié, en retrouvant la plupart des gîtes fossilifères où le *Neuropteris gigantea* était signalé antérieurement.

Le *Neuropteris linguaefolia*, se rencontre généralement à l'état de pinnules séparées. Ce n'est que sous cette forme qu'il s'observe dans les Alpes. F. STOCKMANS (1933) et V. HAVLENA (1953) ont représenté des fragments de penne, mais de tels échantillons sont très rares.

Les pinnules de *Neuropteris linguaefolia* sont très polymorphes. Les formes principales que l'on peut rencontrer sont les suivantes :

1) Grandes pinnules en forme de langue, correspondant à la forme type (exemple Pl. XIX, fig. 1 et 2).

2) Grandes pinnules falciformes, souvent très étroites, rappelant l'aspect du *Neuropteris gigantea*, mais s'en distinguant par l'absence de nervure médiane. (Pl. XX, fig. 1 et 2).

3) Pinnules orbiculaires. Ces pinnules habillaient les rachis dans l'intervalle des pennes secondaires.

Dans les différents gisements des Alpes, l'observation de ces diverses formes permet la détermination certaine de ce *Neuropteris*. Si l'on n'avait que de rares échantillons, il serait possible de le confondre avec d'autres espèces :

1) Avec certaines formes de pinnules de *Mixoneura*, cette ressemblance peut être accentuée par les déformations que peuvent subir les pinnules du fait de l'apparition d'une certaine schistosité. L'échantillon de la Planche XIX, fig. 3, montre une oreille à la base de la pinnule. Ce n'est que l'observation d'autres empreintes qui lève l'incertitude qu'il pourrait y avoir pour la détermination. Inversement, dans les gisements à *Mixoneura*, la présence de pennes de dernier ordre empêche de faire cette confusion.

2) Avec le *Neuropteris pseudo-Blissi* POTONIE, qui présente également des pinnules orbiculaires, mais chez cette dernière espèce la nervure principale est bien marquée et la nervation moins serrée.

3) O. HEER (1876) a représenté pl. VI, fig. 18, 19 et 20, sous le nom de *Neuropteris auriculata* BRONGNIART, des pinnules de *Neuropteris linguaefolia* provenant de Taninges.

EXTENSION STRATIGRAPHIQUE

Le *Neuropteris linguaefolia* est abondant au Westphalien C.

C'est dans cet étage que P. BERTRAND (1930) dit l'avoir rencontré fréquemment en Lorraine ainsi que dans le Nord de la France.

V. HAVLENA (1953) le donne également comme fréquent dans le Westphalien C de Tchécoslovaquie. F. STOCKMANS (1933) l'a signalé cependant au Westphalien B.

Ce fossile, très fréquent dans les Alpes, permet de caractériser le Westphalien C.

Dans les déterminations des anciens auteurs, il semble voisiner avec le *Neuropteris Schlehani*, espèce caractéristique du Westphalien A. Dans la plupart des cas, il a été possible de vérifier que la détermination du *Neuropteris Schlehani* était erronée et que l'on avait affaire en réalité à des petites pinnules de *Neuropteris obliqua* BRONGNIART.

PRINCIPAUX GISEMENTS DE LA ZONE INTERNE DES ALPES (1)

Lambeaux houillers au Sud de Briançon :

Saint-Crépin (lieu-dit : les Achards)

Col de Tramouillon

L'Argentière

(1) On trouvera les coordonnées exactes des différents gisements dans la partie réservée à leur description

Briançonnais, proprement dit :

Ravin de Queyrières
Rocher de la Verne
Rocher du Clos
Roche Pessa
Rocher des Gardéoles
Rocher de la Moulette
Vallon du Chardonnet
Les Chalanches
Rambert
Vallon des Muandes près du lac de la Madeleine

Maurienne :

Déblais de la Galerie de la Buffa
Le Noiray

Tarentaise :

Route de Villarlurin dans le faisceau de Salin.

Cette espèce a été citée par P. CORSIN (1950)

à : Saint-Martin de Queyrières

Ravin de Queyrières

La Combarine

Le Monestier

Valloire

Ch. PUSSENOT (1930), p. 32, la cite sous le nom de *Neuropteris gigantea* à : l'Argentièrre, l'entrée du ravin du Rif Claret, mine de Chamandrin, mine de la Combarine, La Sagnette, Puy de Cros, Puy Chevalier, et au Chezlu (près de Valloire).

Il a été également cité sous ce nom au col de Buffère (W. KILIAN, 1908, p. 114), à Salins et Villard-Lurin.

LINOPTERIS NEUROPTEROIDES GUTBIER

variété : **MINOR POTONIÉ**

Pl. XXXI, fig. 1, 1a

1855. *Dictyopteris neuropteroides* GUTBIER in GEINITZ. Steinkohlenflora in Sachsen, p. 23, Pl. 28, fig. 6.

1904. *Linopteris neuropteroides minor* POTONIÉ. Abbildung und Beschreibungen fossilen Pflanzenreste. Liv. II, n° 28.

1930. *Linopteris neuropteroides*, var. *minor* P. BERTRAND. Bassin houiller de la Sarre et de la Lorraine, I, Flore fossile, 1^{er} fasc. Neuroptéridées, p. 32, Pl. XVI à XVIII.

DIAGNOSE SOMMAIRE

Les pinnules ont une forme neuroptéridienne. La nervation est du type anastomosé et forme un réseau à mailles allongées.

REMARQUES

L'échantillon représenté Pl. XXVI, fig. 1, montre un fragment de penne primaire. La nervation est bien visible sur les agrandissements (Pl. XXVI, fig. 1a).

Certaines pinnules sont pliées légèrement en leur milieu, ce qui donne l'impression de l'existence d'une nervure médiane.

EXTENSION STRATIGRAPHIQUE

Le *Linopteris neuropteroides*, var. *minor*, a une très grande extension stratigraphique. Il est fréquent dans le Westphalien C et D, et persiste assez longtemps au Stéphanien.

GISEMENTS

Ravin de la Salla en Tarentaise.

P. CORSIN (1950) a cité cf. *Linopteris neuropteroides* au Ravin de Queyrières et à l'Arren-dier près de Valmeinier.

Autres *Linopteris* cités dans le Carbonifère briançonnais.

Linopteris obliqua BUNBURY, cité par PEOLA (1903) au Petit Saint-Bernard.

IMPARIPINNÉES

NEUROPTERIS (IMPARIPTERIS) SCHLEHANI STUR

Pl. XI, fig. 1 à 3; Pl. XII; Pl. XIII, fig. 1 à 6; Pl. XIV, fig. 2 et 2a

1877. *Neuropteris Schlehani* STUR. Culm. flora, 11, p. 183; Pl. 28 (XI), fig. 7, 8a, b, c.

1888. *Neuropteris Schlehani* ZEILLER. Bassin houiller de Valenciennes. Flore fossile, p. 280, Pl. XLVI, fig. 3; Pl. XLVII, fig. 1-2.

1910. *Neuropteris Schlehani* RENIER. Paléontologie du terrain houiller. Liège. Pl. 103-104.

1932. *Neuropteris Schlehani* P. CORSIN. Guide paléontologique dans le terrain houiller du Nord de la France, p. 13, Pl. II, fig. 1 à 3.

1933. *Neuropteris Schlehani* F. STOCKMANS. Les Neuroptéridées du Bassin houiller belge, p. 24, Pl. VI, fig. 2 et 3; Pl. VII, fig. 1 à 4.

1953. *Neuropteris Schlehani* F. STOCKMANS et Y. WILLIÈRE. Les végétaux namuriens de la Belgique, p. 228, Pl. V, fig. 27; Pl. XII, fig. 4; Pl. XVI, fig. 4, 4a; Pl. XXXIII, fig. 9-9a; Pl. XLII, fig. 8; Pl. XLVIII, fig. 9, 10; Pl. LVI, fig. 3, 3a; Pl. LVII, fig. 9.

1953. *Neuropteris Schlehani* HAVLENA. Neuropteridy Ceského Karbonu a permu. p. 33, Pl. VIII, fig. 3, 3a (Synonymie et Bibliographie).

DIAGNOSE SOMMAIRE

Les pinnules ont leurs bords parallèles sur une grande partie de leur longueur; elles sont arrondies au sommet, contractées en cœur à la base. Elles présentent souvent un aspect bombé (fig. 12).

La nervure principale forte va presque jusqu'à l'extrémité de la pinnule. Elle donne naissance à des nervures secondaires qui font un angle aigu avec la nervure principale, qui s'incurvent, se divisent et atteignent le bord du limbe presque normalement après avoir subi une division nouvelle.

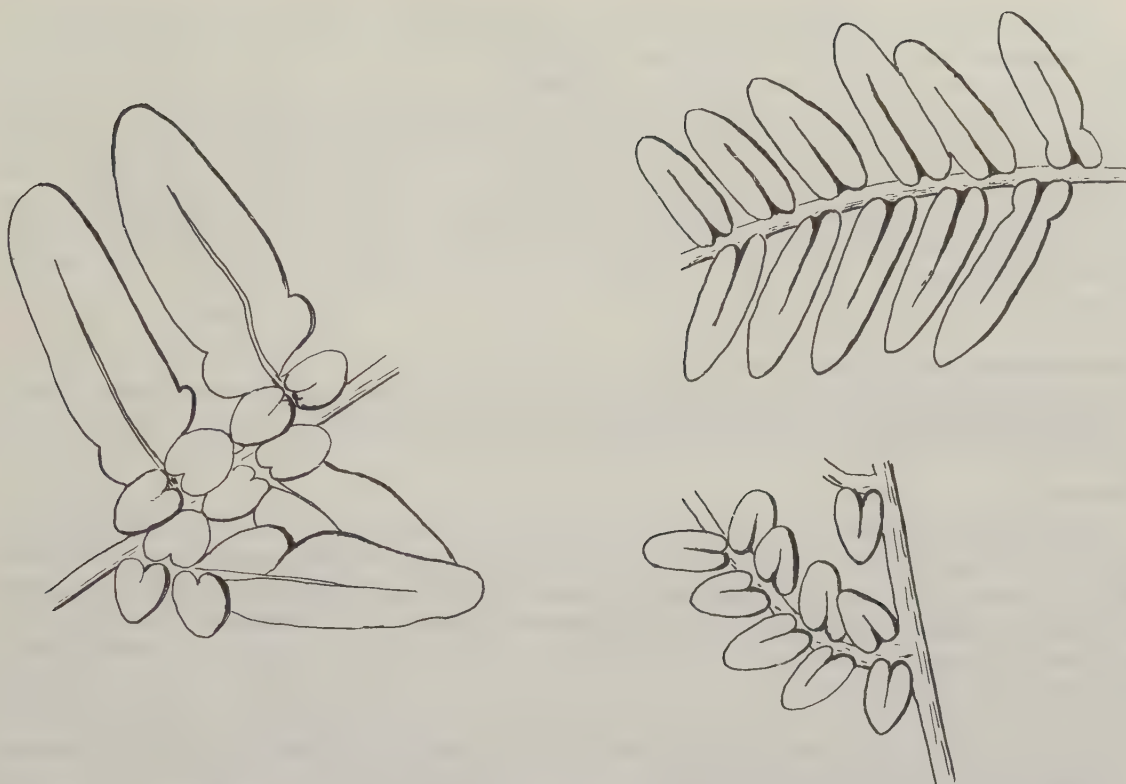


FIGURE 12

Neuropteris Schlehani STURDifférentes formes de pinnules $\times 3$, d'après les échantillons des pl. XIII et XIV

REMARQUES PALÉOBOTANIQUES

La diagnose précédente concerne les pinnules situées dans des régions moyennes de la fronde. (Pl. XIII, fig. 2 - 2a).

Dans les régions supérieures des frondes on trouve des pinnules beaucoup plus petites, en forme de cœur, à la nervure médiane bien marquée, aux nervures secondaires beaucoup plus dressées (Pl. XIII, fig. 3 et 3a).

Dans les parties basses, on observe des pinnules lobées annonçant un plus grand degré de division de la fronde.

Les pennes de dernier ordre se terminent par un lobe très développé, aux bords parallèles, et à l'extrémité arrondie.

Il existe des formes très voisines de *Neuropteris Schlehani*.

des : *Neuropteris rectinervis* KIDSTON

Neuropteris pocahontas WHITE

Neuropteris schlehanoides STOCKMANS.

Ces formes se rencontrent sensiblement dans les mêmes horizons que le *Neuropteris Schlehani*. On trouvera dans l'ouvrage de V. HAVLENA (1953) les opinions de divers auteurs sur l'identité ou la dissemblance de ces formes, qu'il est très difficile de séparer.

S'il est facile de reconnaître la forme typique du *Neuropteris Schlehani*, c'est-à-dire celle qui correspond aux pinnules situées dans les régions moyennes de la fronde, il n'est pas toujours commode de distinguer les formes à petites pinnules de celles du *Neuropteris obliqua*.

L'observation des extrémités de penne est alors précieuse : celles du *Neuropteris obliqua* se terminent par un lobe rhomboïdale, celles de *N. Schlehani* par un lobe très allongé.

Enfin, dans le cas d'échantillons en mauvais état de conservation, ne permettant pas d'observer nettement le mode d'inscription des pinnules sur le rachis, il peut y avoir confusion avec le *Pecopteris polymorpha* BRONGNIART dont la nervation avec ses nervules arrivant perpendiculairement au bord du limbe n'est pas sans ressembler à celle de *Neuropteris Schlehani*.

EXTENSION STRATIGRAPHIQUE

Le *Neuropteris Schlehani* apparaît dès le Namurien (E. BUREAU, 1914; F. STOCKMANS, 1953). Il atteint son apogée au Westphalien A dont il est un des fossiles caractéristiques.

GISEMENTS

R. ZEILLER a, le premier, sur des échantillons trouvés par Ch. PUSSENOT, déterminé le *Neuropteris Schlehani* (Ch. PUSSENOT, 1912, 1930), ce qui prouverait l'existence dans le houiller briançonnais au Sud de l'Arc « l'existence des horizons inférieurs et moyens du Westphalien, en laissant de côté toute subdivision de Westphalien moyen ». (Ch. PUSSENOT, 1930).

Pour certains gisements de Ch. PUSSENOT, il y a eu confusion avec le *Neuropteris obliqua* (Rambert - La Combarine).

En 1950, P. CORSIN a mis en doute l'existence du *Neuropteris Schlehani* dans le Briançonnais, et croyait que sa détermination provenait d'une confusion avec le *P. polymorpha*.

Pour cet auteur, le Houiller briançonnais de ce fait était Westphalien B - C et D.

Depuis, de nombreux exemplaires nouveaux ont été récoltés, suffisamment bien conservés pour qu'il n'y ait pas d'erreur de détermination. On a pu également constater que le *Neuropteris Schlehani* était cantonné dans des secteurs bien définis et, de ce fait, nous avons là une espèce pouvant servir de guide pour la stratigraphie.

PRINCIPAUX GISEMENTS

Les Rochas

Crête de la Benoite (nombreux gisements jusqu'au Col du Raisin)

Crête de la Grande Cîme (Névache)

Chemin de la Benoite au Chardonnet

D'APRÈS Ch. PUSSENOT

Puy Richard

Puy du Cros

Puy Chevalier

Le Pervan

Le Chardonnet

Petit Saint-Bernard (?)

(gisements non retrouvés)

Cités à tort, nous semble-t-il, par cet auteur :

L'Argentière

La Combarine

Le Chezlu

NEUROPTERIS (IMPARIPTERIS) ATTENUATA LINDLEY et HUTTON

Pl. XXI, fig. 1, 1a-3, 3a

1837. *Neuropteris attenuata* LINDLEY et HUTTON. The fossil Flora of Great Britain, III, p. 174.
 1933. *Neuropteris attenuata* STOCKMANS. Les Neuroptéridées des bassins houillers belges, p. 20-23, Pl. V, fig. 1 à 4.
 1953. *Neuropteris attenuata* HAVLENA. Neuropteridy Ceského Karbonu a permu, p. 11, Pl. I, fig. 1 à 5; Pl. II, fig. 1 à 3.

DIAGNOSE SOMMAIRE

Les pinnules sont généralement petites; la nervation, peu dense et bien marquée, comprend : une nervure médiane nette qui atteint presque le sommet de la pinnule; les nervures secondaires fines qui atteignent le bord du limbe oblique après s'être divisées une ou deux fois.

REMARQUE

Il n'y a pas lieu d'aborder ici la question de savoir si le *Neuropteris Nicaulosi* GOTHAN et le *Neuropteris rarinervis* BUNBURY ne font avec le *Neuropteris attenuata* qu'une seule et même espèce. Mais il semble que le *Neuropteris rarinervis*, représenté par R. ZEILLER (1888, Pl. 45, fig. 1 à 4), se distingue par ses nervures plus fortes et par le lobe terminal des pennes secondaires moins effilé.

EXTENSION STRATIGRAPHIQUE

Le *Neuropteris attenuata* se rencontre généralement au Westphalien C.

GISEMENTS

- A l'Est du Col de Névache en crête vers 2 845 m.
 P. CORSIN (1950) signale le *N. rarinervis* à Briançon et à Villard-Saint-Pancrace.
 V. HAVLEVA (1953) rapporte au *N. attenuata* certains échantillons provenant des Alpes, représentés par O. HEER (1876) sous des noms différents.

NEUROPTERIS (IMPARIPTERIS) cf. ATTENUATA

Pl. XXII, fig. 1 à 4

Quelques échantillons trouvés dans le même gisement que les *Neuropteris attenuata* précédents présentent des pinnules allongées, très élancées (longues de 15 mm, larges de 4 mm). La nervation comporte une nervure médiane nette allant jusqu'aux deux tiers de la pinnule; elle donne naissance à des nervures secondaires bien distinctes, assez peu serrées, qui atteignent le bord du limbe obliquement, après s'être divisées une ou deux fois. Certains spécimens (Pl. XXII, fig. 2, 3), montrent un commencement de division à la base des pinnules, ce qui donne ainsi des petites pennes d'un ordre supérieur. Il est donc possible que ces pennes proviennent de régions basses de la fronde où la division atteint un degré plus élevé, ce qui expliquerait aussi la longueur anormale des pinnules et leur aspect particulier. Mais cette

interprétation n'est pas certaine et il s'agit peut être d'une espèce distincte du *Neuropteris attenuata*.

NEUROPTERIS (IMPARIPTERIS) GARDEOLENSIS nov. sp.

Pl. XV, fig. 1 à 5; Pl. XVI, fig. 1 à 4; Pl. XVII, fig. 1 et 2

DIAGNOSE

La fronde est inconnue. Les plus grands échantillons montrent des pennes primaires bipinnées.

Les pennes de dernier ordre, alternées, à contour presque linéaire, se terminent par une pinnule unique assez allongée.

Les pinnules sont petites, longues de 5 à 10 mm, assez larges, ce qui leur donne un aspect trapu. Elles sont très serrées sur le rachis support, se touchent par leurs bords et souvent empiètent les unes sur les autres. La nervation comprend une nervure médiane nette qui monte assez haut dans la pinnule et qui donne naissance à des nervures latérales arquées qui atteignent le bord du limbe obliquement, après s'être divisées plusieurs fois par dichotomie (fig. 13).

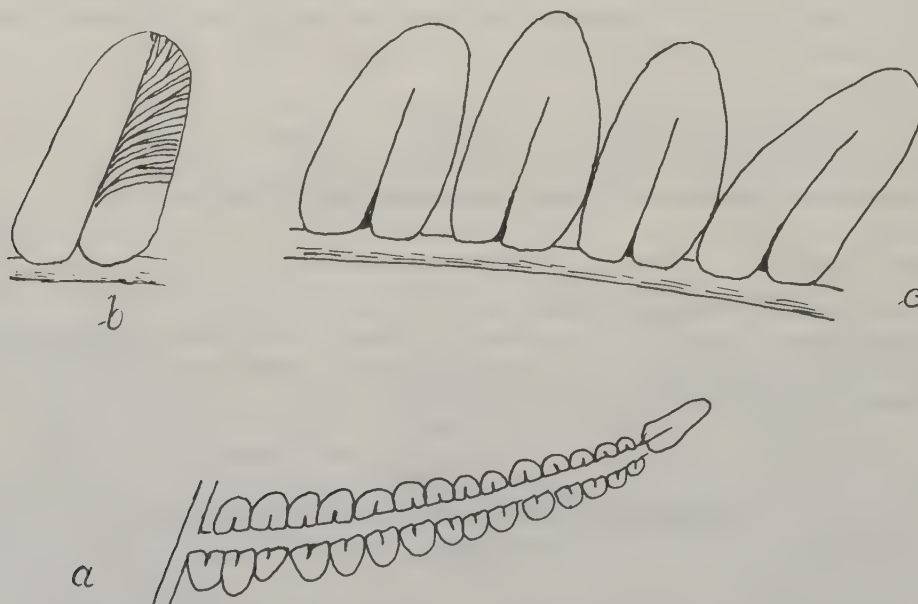


FIGURE 13

Neuropteris gardeolensis nov. sp.

- a — Forme des pennes de dernier ordre. Gr. nat.
b — Détail de la nervation $\times 3$
c — Forme des pinnules $\times 3$

REMARQUES SUR LES ÉCHANTILLONS RÉCOLTÉS DANS LE BRIANÇONNAIS

La plupart des échantillons récoltés dans le Briançonnais proviennent du flanc Est de la Croix des Gardéoles.

Ce gîte fossilifère a fourni des fragments de penne portant des pinnules de plusieurs types.

Les échantillons représentés Planche XV, fig. 2, 3 et 5, montrent des pinnules assez larges, trapues; ce type de pinnule provient probablement des régions moyennes de la fronde.

Les extrémités de frondes (Pl. XV, fig. 1 et 4) portent des pinnules plus petites empiétant largement entre elles par leurs bords. Elles permettent également d'observer le lobe assez allongé qui termine les pennes de dernier ordre. Mais ces échantillons sont déformés, ce qui fait que les pinnules de la planche XV, fig. 1, sont presque aussi larges que hautes, tandis que celles de la Pl. XVII, fig. 1, orientées perpendiculairement à celles de l'échantillon précédent, paraissent allongées et élancées. La fig. 4 de la Pl. XV montre comment sont orientées ces pennes l'une par rapport à l'autre.

RAPPORTS ET DIFFÉRENCES

Neuropteris gardeolensis peut être comparé avec le *Neuropteris Grangeri* BRONGNIART.

L'échantillon type représenté par A. BRONGNIART (1830, Pl. 68, fig. 1), provient des Mines de Zanesville (Ohio). La nervation figurée sur une pinnule agrandie (*ibid.*, fig. 1a) comprend une nervure principale bien marquée, qui donne naissance à des nervures latérales recourbées qui atteignent le bord du limbe obliquement après s'être divisées trois fois.

Ce type de nervation est assez comparable à celui que l'on observe sur les échantillons de *Neuropteris gardeolensis*; cependant, sur la figure de A. BRONGNIART, elle semble moins serrée. Les pennes de dernier ordre de l'exemplaire représenté par A. BRONGNIART ont, comme chez le *Neuropteris gardeolensis*, un contour linéaire. Mais les pinnules sont moins serrées, plus grandes, et ont, de plus, une forme beaucoup plus triangulaire. On n'observe pas le lobe terminal des pennes.

F. STOCKMANS (1933, p. 38, Pl. XII, fig. 3, 3a, 3b) a représenté sous le nom *Neuropteris Grangeri* BRONGNIART, un échantillon provenant du terrain houiller de Belgique qui avait été déterminé par R. KIDSTON. Cet exemplaire diffère du type de A. BRONGNIART et du *Neuropteris gardeolensis* par sa nervation qui ne présente pas de nervure médiane nettement individualisée. Enfin, le lobe terminal des pennes est court, large et propre, alors que chez le *Neuropteris gardeolensis* il est assez allongé et plus étroit.

Le *Neuropteris Grangeri* est donc assez mal défini et les différences constatées entre les exemplaires rapportés à ce dernier et les échantillons provenant de la Croix des Gardéoles, justifient la création d'une nouvelle espèce.

GISEMENT FLANC EST DE LA CROIX DES GARDÉOLES. Pl. XVII, fig. 2 et 2a.

Des échantillons de *Neuropteris*, provenant d'un gîte fossilifère situé à l'Est du Col du Lauzet, peuvent se rapporter également au *Neuropteris gardeolensis*, mais les pinnules sont moins serrées et ont une forme plus triangulaire, ce qui les rapproche beaucoup du *Neuropteris Grangeri*, type représenté par A. BRONGNIART (1830, Pl. 68, fig. 1).

NEUROPTERIS (IMPARIPTERIS) OBLIQUA BRONGNIART

Pl. XXIX, fig. 2 et 2a

1832. *Neuropteris obliqua* BRONGNIART. Histoire des Végétaux fossiles, t. I, p. 320, Pl. LXXXXXVI, fig. 1 à 4.

1888. *Neuropteris obliqua* ZEILLER. Bassin houiller de Valenciennes. Flore fossile, p. 284, Pl. XLVIII, fig. 1, 2, 4, 7.

1933. *Neuropteris obliqua* STOCKMANS. Les Neuroptéridées des bassins houillers belges, 1^{re} partie. *Mém. Mus. r. Hist. nat. Belg.*, p. 34, Pl. VII, fig. 5; Pl. VIII, fig. 6; Pl. IX, fig. 2; Pl. X, fig. 6; Pl. XI; Pl. XII, fig. 1-2.

DIAGNOSE SOMMAIRE

Le *Neuropteris obliqua* est caractérisé par la présence, à l'extrémité des pennes, de pinnules odontopteridiennes et par ses nervures légèrement flexueuses (fig. 14).

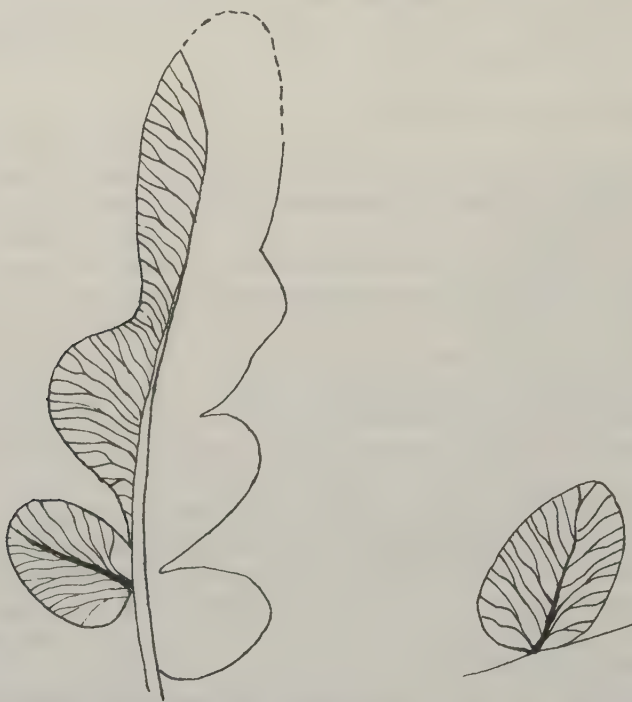


FIGURE 14
Neuropteris obliqua BRCT.
Détail de la nervation $\times 6$
(d'après l'échantillon de la pl. XXIX, fig. 2a)

REMARQUES PALÉOBOTANIQUES

La forme des pinnules de cette espèce est très variable, suivant la position qu'elles occupent sur la fronde. On sait qu'il existait de grandes pinnules cyclopteridiennes triangulaires. Ces pinnules ont été nommées par certains auteurs : *Neuropteris impar* WEISS.

La présence de pinnules odontopteridiennes et de grandes pinnules triangulaires, sont des caractères du genre *Mixoneura*. P. BERTRAND (1930), voyait dans le *Neuropteris obliqua* une forme de transition entre les *Neuropteris* et les *Mixoneura*.

Au point de vue structure générale de la fronde ils ont la même organisation que les *Neuropteris imparipinnés*.

Dans le Carbonifère de la zone interne des Alpes, le *Neuropteris obliqua* n'a été trouvé qu'en petits fragments très incomplets, ne montrant que des formes à petites pinnules dont la taille est de l'ordre de 4 à 5 mm. Il faut prendre garde à ne pas confondre cette espèce en

particulier avec les formes à petites pinnules du *Neuropteris Schlehani* STUR, ce qui peut entraîner des erreurs dans l'interprétation stratigraphique des listes de fossiles.

L'observation de fragments montrant la terminaison de pennes, portant des pinnules odontopteridiennes et le lobe terminal de forme rhomboïdale arrondie, permet d'éviter cette confusion.

Le *Mixoneura Deflinei* P. BERTRAND ressemble également au *Neuropteris obliqua*, et on peut parfois hésiter entre ces deux espèces. Mais chez le *Mixoneura Deflinei* P. B. la nervation est plus fine et d'aspect moins coriace que le *Neuropteris obliqua*. Enfin, chez cette dernière espèce les pinnules neuropteridiennes ont une nervure principale bien marquée.

Les échantillons représentés par O. HEER (1876, Pl. VI, fig. 1 à 9, Pl. V, fig. 6a) sous le nom de *Neuropteris microphylla* BRONGNIART, provenant soit de Brayaz d'Arbignon, soit de Taninges, et auquel F. STOCKMANS (1933, p. 29) fait correspondre le *Neuropteris parvifolia* STOCKMANS (non *N. microphylla* BRONGNIART) présentent avec le *N. obliqua* des analogies de taille et de forme. Mais les figures et la description qu'en donne O. HEER sont trop imparfaites pour se faire une opinion.

EXTENSION STRATIGRAPHIQUE

Le *Neuropteris obliqua* a une répartition stratigraphique très large. Il a été signalé depuis le Namurien jusqu'au Westphalien C. Après il devient rare et n'a jamais été rencontré dans le Stéphanien.

Dans les Alpes, il n'a été observé que dans des gisements où le reste de la flore indique un âge Westphalien C.

PRINCIPAUX GISEMENTS

Saint-Crépin (Les Achards)
Ravin de Queyrière
Mine de la Combarine
Gisement de l'Eperon Rambert

Le *Neuropteris obliqua* n'a pas été signalé par les auteurs antérieurs; cependant, c'est à lui qu'il faut rapporter les *Neuropteris Schlehani* cité par Ch. PUSSENOT à La Combarine et à Rambert, comme on peut le vérifier en étudiant ces gisements. Il est également très probable que c'est lui qui a été déterminée comme *Neuropteris Schlehani* à l'Argentièrre et au Chezlu.

Genre MIXONEURA WEISS

- 1869-72. E. WEISS. Foss. Flora d. jungst. Steink. form. u. d. Rotlieg. im Saar. Rhein. Geb. Z. dtsch. geol. Gesellsch., XXII, p. 26.
1890. F. GRAND'EURY. Géologie et Paléontologie du Bassin houiller du Gard. Saint-Etienne.
1893. H. POTONIE. Fl. d. Rotliegenden v. Thüringen.
1904. R. ZEILLER. Bassin houiller de Blanzay et du Creusot. Flore fossile.
1926. P. BERTRAND. Les gisements à *Mixoneura* de la région Saint-Gervais - Chamonix. Bull. Soc. géol. Fr., (14), 26, p. 381-88, Pl. 19.
1930. P. BERTRAND. Bassin houiller de la Sarre et de la Lorraine. Flore fossile, 1^{er} fasc., Neuroptéridées. Et. des gîtes min. de la France, p. 90.

1937. W. J. JONGMANS. Some remarks on *Neuropteris ovata* in the american carboniferous. 2^e Congr. Avanc. Et. Stratigr. Géol. Carbonif., Nederl., 1, p. 417, Pl. 37 à 42.
1949. G. MATHIEU. Considérations sur les climats carbonifères et l'altitude des bassins houillers. Géol. appl. Prosp. min., Fr., 2, n° 1, p. 51.

GÉNÉRALITÉS

Le genre *Mixoneura* a été défini par E. WEISS dès 1869. Il avait proposé ce nom pour des espèces de *Neuropteris* présentant à la fois des pinnules neuroptéridiennes et des pinnules odontoptéridiennes. Avant lui, ces espèces étaient rangées dans les genres *Neuropteris* ou *Odontopteris*, selon les auteurs.

Plus tard, H. POTONIE (1893), a proposé pour ces mêmes espèces d'employer le terme de « *Neurodontopteris* », sous prétexte que E. WEISS avait appliqué le nom de *Mixoneura* à l'*Odontopteris obtusa* qui est en dernière analyse un véritable *Odontopteris*.

R. ZEILLER (1904), dans son ouvrage sur la flore du Bassin de Blanzey et du Creusot, reprend le nom de *Mixoneura*, en montrant que E. WEISS l'avait très bien défini puisque d'après un renseignement donné par H. POTONIE, un échantillon étiqueté de la main de E. WEISS portait la mention suivante :

Mixoneura (*Odontopteris* + *Neuropteris*)

ce qui ne laisse aucun doute sur la façon dont E. WEISS comprenait ce genre.

P. BERTRAND a généralisé l'emploi de ce terme.

DÉFINITION

Le genre *Mixoneura* (1) est caractérisé par :

- 1) Les pinnules neuroptéridiennes sont insérées sur le rachis par un pédicelle assez fort où passe un groupe de nervures, tandis que chez les *Neuropteris* les pinnules sont insérées par un seul point où passe une unique nervule principale.
- 2) Les pinnules sont généralement munies à leur base de deux renflements (ou oreilles). L'« oreille » postérieure est la plus développée. A ces deux lobes correspondent deux groupes de nervures, indépendantes de la nervure médiane.
- 3) L'extrémité des pennes est garnie de pinnules odontoptéridiennes, c'est-à-dire de pinnules qui adhèrent au rachis par toute leur base; la nervation naît directement du rachis; elle comprend des nervures parallèles à une nervure médiane généralement plus marquée.
- 4) La présence de *Cyclopteris* à bords laciniés.

REMARQUES

Les *Mixoneura* sont très polymorphes, ce qui rend leur détermination délicate. Il règne dans leur dénomination une certaine confusion. Certains auteurs ont tendance à rapporter la plupart des formes observées à une espèce très générale, comprise dans un sens très large : le *Mixoneura* (ou *Neuropteris*) *ovata* HOFFMAN. C'est ce que font généralement les auteurs allemands, et W. J. JONGMANS; d'autres, au contraire, à la suite de P. BERTRAND, distinguent un certain nombre d'espèces ou de variétés qui correspondent, soit à des différents stades d'évolution des *Mixoneura* dans le temps, soit à des variétés locales. G. MATHIEU (1949) va

(1) Voir également p. classification des Neuroptéridées.

même proposer une échelle stratigraphique où les étages seraient caractérisés par diverses espèces du genre *Mixoneura*, qui correspondraient à des mutations échelonnées dans le temps :

Stéphanien B — *Mixoneura neuropteroides* GOEPPERT.

Stéphanien A — *Mixoneura flexuosa* GRAND'EURY.

Westphalien D — *Mixoneura sarana* P. BERTRAND.

Westphalien C — *Mixoneura ovata* HOFFMAN.

Nous passerons rapidement en revue les principales espèces ou variétés décrites par P. BERTRAND, puis, nous verrons ensuite quelles sont les formes de *Mixoneura* que l'on rencontre dans les Alpes et à quelles espèces elles peuvent être rattachées.

Rappelons, pour mémoire, que l'espèce westphalienne *Neuropteris obliqua* BRONGNIART possède des pinnules odontopteroïdiennes et peut, de ce fait, être rapprochée des *Mixoneura*. P. BERTRAND y voyait une forme de passage, précurseur des vrais *Mixoneura*.

MIXONEURA OVATA HOFFMAN

Pour P. BERTRAND, ce serait une forme à petites pinnules, assez larges, arrondies au sommet à nervation fine, constituée par un faisceau de nervures partant de la base des pinnules, sans nervure principale ou très peu marquée.

MIXONEURA SIMONI P. BERTRAND

De l'assise de Bruay du bassin houiller du Nord, serait semblable au *Mixoneura ovata* HOFFMAN.

Cette espèce serait la souche d'où dériveraient par hybridation ou par mutation les formes de *Mixoneura* du Westphalien D et du Stéphanien.

MIXONEURA SARANA P. BERTRAND

Cette espèce est caractérisée, d'après P. BERTRAND, par ses pinnules ovales ou faiblement allongées, pourvue de deux lobes à la base. La nervation comprend une nervure médiane peu marquée ou nulle, des nervures latérales deux fois bifurquées, fortement marquées, assez serrées.

La dimension des pinnules est nettement supérieure à celle du *Mixoneura ovata* HOFFMAN.

REMARQUES

Parmi les échantillons figurés par P. BERTRAND comme types du *Mixoneura sarana*, on peut remarquer deux sortes de nervations :

1) L'une (P. BERTRAND, 1930, Pl. XX bis) où les nervures bien marquées sont très lâches et légèrement flexueuses.

2) L'autre (Ibid., Pl. XXI) où elles sont notablement plus serrées.

Aussi peut-on demander si cette espèce est bien caractérisée et s'il n'y a pas eu des hybridations avec d'autres.

MIXONEURA DEFLINEI P. BERTRAND

Il diffère essentiellement du précédent, d'après P. BERTRAND, par ses pinnules plus distantes les unes des autres sur le rachis, par ses pinnules terminales plus allongées. Leur taille est également plus petite. La nervation, très serrée, comporte une nervure médiane très mince.

MIXONEURA FLEXUOSA GRAND'EURY

Pl. XXVIII, fig. 5 et 5a

P. BERTRAND a figuré cette espèce sans en donner la diagnose, mais pour lui elle est nettement distincte du *Mixoneura sarana*.

Le type du *Mixoneura flexuosa* doit être pris dans le Gard. C'est là, en effet, que GRAND'EURY (1890) l'a signalé pour la première fois, mais sans le représenter et en l'attribuant, à tort, au *Neuropteris flexuosa* STERNBERG. Cette confusion avait été déjà commise par O. HEER (1876) pour des *Mixoneura* des Alpes.

D'après les remarques de F. GRAND'EURY, et aussi d'après les gisements où il signale en abondance cette espèce, il est possible de se rendre compte qu'il ne s'agit pas de l'espèce de STERNBERG dont nous ne discuterons pas ici.

F. GRAND'EURY dit que l'espèce du Gard, qu'il a attribuée au *N. flexuosa* STERNBERG, est très polymorphe quant à la dimension des pinnules, qu'on la reconnaît cependant aisément à l'inflexion basilaire de celles-ci, à la nature membraneuse et rigide du limbe et à la nervation qui est dense et nette.

Enfin, il signale la présence dans les gisements de *Cyclopteris* frangés sur leurs bords, qu'il rapporte au genre *Cyclopteris fimbriata* LESQ. Sur la Planche XXVIII, fig. 5-5a, est représenté un *Mixoneura* du Gard provenant de la Carrière du Mercoirol, ou F. GRAND'EURY a signalé *Neuropteris flexuosa* STERNB. en grande abondance. Cet échantillon est tout à fait semblable aux figures données par P. BERTRAND (1930, Pl. XXVII).

On peut définir ainsi le *Mixoneura flexuosa* GRAND'EURY, sans rappeler les caractères généraux de ce genre :

Le *Mixoneura flexuosa* présente des pinnules de taille variable, de forme assez allongée, à bords presque parallèles sur les deux tiers de leur longueur, arrondies au sommet. Elles présentent une seule « oreille » bien marquée à la base des pinnules du côté postérieur.

La nervation est très fine et très serrée. Elle comprend, notamment, une nervure principale fine, mais bien individualisée qui va jusqu'aux deux tiers de la pinnule où elle se résout en fines nervures. Les pinnules sont souvent légèrement pliées en deux suivant cette nervure.

RAPPORT ET DIFFÉRENCES

Le *M. flexuosa* est assez semblable au *M. sarana* par son port, la taille de ses pinnules, mais s'en distingue par l'extrême finesse de sa nervation et la présence d'une nervure principale bien individualisée. Les pinnules sont aussi notablement plus grandes en moyenne que celles de *M. ovata* HOFFM.

Il peut également être confondu parfois avec le *Mixoneura neuropteroides* GOEPPERT, mais chez ce dernier la forme des pinnules est généralement plus ronde et la nervure principale est beaucoup moins individualisée.

P. BERTRAND a créé, pour les *Mixoneura* provenant de la zone externe des Alpes, la variété

alpina (*Mixoneura ovata* var. *alpina* P. BERTRAND, ou *Mixoneura alpina*). Mais ici l'identité entre les formes observées dans le bassin houiller du Gard et dans les gisements des Alpes est absolue et il est impossible de les distinguer. Il s'agit donc bien du *Mixoneura flexuosa* GRAND'EURY. L'adjonction du qualificatif *alpina* pourrait faire croire qu'il s'agit d'une forme un peu différente et masquerait, en une certaine mesure, les ressemblances qu'il y a entre la flore des bassins de la zone externe et de ceux du Massif Central; aussi est-il préférable de ne plus l'employer.

On peut se rendre compte de l'identité des *Mixoneura* provenant du Gard et de la Savoie par les figures qu'en a donné P. BERTRAND (1930, Pl. XXVIII). On pourra le faire également d'après les figures de la planche XXVIII où sont réunis les échantillons du Gard, quelques échantillons provenant de la base de certains sondages de la région de Lons-le-Saunier (Jura) (Ch. GREBER, 1954). En haut de la planche, fig. 1 et 1a, un échantillon de *Mixoneura* à nervation beaucoup plus lâche, flexueuse, provenant d'une assise inférieure rencontrée pour la première fois par des sondages situés dans la région de Marcy (Bassin de Decize, Nièvre) et qui s'apparente davantage au *Mixoneura sarana* P. B.

MIXONEURA NEUROPTEROIDES GOEPPERT

R. ZEILLER (1906, p. 94, Pl. XXV (fig. 2). Synonymie et bibliographie in.

R. ZEILLER (*op. cit.*) a représenté un bel échantillon de ce *Mixoneura* du Stéphanien montrant ces grandes pinnules larges, arrondies, sa nervation fine dépourvue de nervure médiane nette. Son échantillon permet également d'observer les pinnules anormales rondes de la base inférieure des pennes de dernier ordre et leur mode d'insertion à l'angle formé par les deux rachis. De cette disposition, STERZEL (1895) en avait tiré le nom générique de *Neurocallipteris*.

Nous n'insisterons pas sur cette espèce qui se rencontre sporadiquement au Stéphanien, où elle n'est jamais abondante.

Il existe encore d'autres espèces de *Mixoneura*, dont nous n'aurons pas à parler à propos des Alpes et dont la répartition est beaucoup moins générale que les espèces citées précédemment : par exemple *Mixoneura* (*Odontopteris*) *subcrenulata* ROST. espèce du Stéphanien supérieur dont la principale caractéristique est d'avoir le lobe terminal des pennes extrêmement développé. *Mixoneura Voutersi* (P. BERTRAND) à pinnules très allongées. *Mixoneura Peyrimhoffi* P. B. qui tend fortement vers le genre *Odontopteris*. Ces deux dernières espèces semblent particulières au Bassin sarro-lorrain.

ORGANES OU PINNULES ANORMALES SE RAPPORTANT AUX MIXONEURA

Dans tous les gisements où les *Mixoneura* sont abondants, on trouve très souvent des *Cyclopteris* ou des formes de pinnules anormales qui ont été décrites comme des espèces particulières mais dont l'association constante avec les formes normales donne tout lieu de croire qu'elles se rapportent à ce genre. Nous ne connaissons pas toujours leur situation sur la plante, faute d'échantillon les montrant en position de végétation.

1) *Cyclopteris*. Ce sont les organes foliacés, à bords très déchiquetés, dont la nervation est disposée en éventail. Le contour est, soit triangulaire arrondi, soit orbiculaire.

2) *Neuropteris triangularis* P. B. Ils sont très fréquents dans les gisements de *Mixoneura*,

soit en pinnules séparées ou en petites pennes une fois pinnées. Les pinnules sont grandes, triangulaires.

3) *Neuropteris* cf. *acutifolia*. Ce sont des pinnules très allongées, en forme de cœur à leur base et se terminant au sommet en pointe très aiguë. P. BERTRAND (1930, Pl. XX) a figuré des échantillons où on les voit en position de végétation.

Elles étaient insérées à la base des pennes secondaires dans l'angle d'insertion de la penne primaire. Des formes analogues ont été trouvées dans les gisements à *Mixoneura* des Alpes.

STRATIGRAPHIE

Nous avons vu plus haut que d'après quelques espèces de *Mixoneura*, on pouvait établir une échelle stratigraphique du Carbonifère. D'un point de vue très général, le genre apparaît au Westphalien C et atteint un maximum de prolifération au Westphalien D et au Stéphanien inférieur; après, subsistent quelques espèces dont le *N. neuropteroides* notamment, mais il n'est jamais très fréquent.

Cette évolution du genre se retrouve dans toutes les flores carbonifères euraméricaines. Cette explosion du genre est-elle faite partout en même temps ? P. BERTRAND le croyait. Ce dont on peut être certain, c'est qu'elle s'est produite partout à un même stade de l'évolution de la flore carbonifère. Si elle n'est pas synchronique, elle est homotaxe.

MIXONEURA DE LA ZONE INTERNE DES ALPES

MIXONEURA aff. *OVATA* HOFFMAN

Pl. XXVI, fig. 2, 3, 4, 5

Il s'agit de formes à petites pinnules, très arrondies, à nervation fine, sans nervure principale bien marquée, qui peuvent se rapporter au *Mixoneura ovata* HOFFMAN. Il semble que ce soient les premiers vrais *Mixoneura* que l'on rencontre dans les Alpes si l'on excepte le *Neuropteris obliqua* qui est représenté dans le Briançonnais.

GISEMENTS

L'Arrendier (près de Valmenier)

Pont de l'Arrendier

Mine du Tal (Tarentaise).

MIXONEURA FLEXUOSA GRAND'EURY

Pl. XXVI, fig. 3, 6, 7; Pl. XXVII, fig. 3, 4, 4a; Pl. XXVIII, fig. 2, 3, 4, 5

Nous ne reviendrons pas sur la description de cette espèce. Ses gîtes sont nombreux dans la zone interne des Alpes, en Maurienne comme en Tarentaise.

Certains échantillons (Pl. XXVI, fig. 7) montrent une dissymétrie marquée dans les pennes, les pinnules supérieures étant droites et de formes arrondies, les inférieures étant obliques et plus allongées. Cette dissymétrie est souvent accentuée du fait de la déformation du schiste et de l'empreinte sous des actions mécaniques.

PRINCIPAUX GISEMENTS

Col des Encombres
 Roche de Tougnes
 Bozel
 Montagny.

MIXONEURA FLEXUOSA var. OPULENTA nov. var.

Pl. XXIII, fig. 1 à 6; Pl. XXIV, fig. 1 à 3; Pl. XXV, fig. 1 et 2

En Tarentaise, un gisement très riche (Ravin de la Salla) a fourni de nombreux échantillons de *Mixoneura* qui se distinguent du type normal du *M. flexuosa*.

DIAGNOSE

Mixoneura a de très grandes pinnules dont les dimensions peuvent atteindre 2,5 cm de long sur plus d'un centimètre de large.

La forme des pinnules est très variable et sur les pennes dynimétriques on en rencontre souvent de deux types : les unes trapues arrondies, presque aussi larges que hautes, les autres plus élancées, sans lobe ou oreille à leur base. Ces formes élancées sont semblables au *Neuropteris montana* HEER.

Le lobe terminal des pennes de dernier ordre est de forme et d'importance très variables. Généralement, il est très mince, très allongé sur les pennes qui portent des pinnules trapues avec une nervation presque parallèle aux bords du limbe (Pl. XXIV, fig. 1-1a) court et trapu à sommet arrondi sur les pennes portant des pinnules élancées. Cependant, cette règle souffre des exceptions comme le montre la penne figurée planche XXV, fig. 2.

La nervation est comparable à celle du *Mixoneura flexuosa*, c'est-à-dire très fine, très serrée, avec une nervure principale bien marquée surtout dans les pinnules de forme allongée. On trouve dans ses gisements des formes portant des pinnules de taille comparables à celles du *M. flexuosa*, ce qui fait qu'il n'y a peut-être pas lieu de créer une espèce nouvelle, mais une variété dont le caractère principal est le gigantisme de certaines pinnules, d'où le nom de variété *opulenta*.

Dans les gisements on rencontre également :

Cyclopteris lacerata HERR

grand *Cyclopteris* de forme arrondie, à nervure rayonnante, lacéré sur ses bords.

NEUROPTERIS cf. TRIANGULARIS

Pl. XXVIII, fig. 1

Il se rencontre soit en pennes, soit en pinnules séparées. Ces dernières sont triangulaires, élancées et se distinguent aussi par leur grande taille qui peut atteindre 5 cm et plus. Certaines pinnules ont une oreille à la base et sont semblables au *Neuropteris Leberti* HEER. Ce dernier n'aurait donc pas d'individualité.

NEUROPTERIS ACUTIFOLIA P. BERTRAND

Pl. XXVII, fig. 5 et 5a

Comme dans tous les gîtes à *Mixoneura*, on a trouvé ces pinnules isolées en forme de cœur à la base; elles se distinguent aussi par leur grande taille.

REMARQUES

Les gisements d'où proviennent ces empreintes sont voisins de ceux signalés par les anciens auteurs à Mâcot ou à la Roche Mâcot et à Seriserey. Il appartient certainement au même niveau.

Les empreintes provenant de Mâcot et des environs étaient décrites sous un certain nombre de noms différents par A. BRONGNIART et par O. HEER et qui étaient, soit rapportées au *Neuropteris flexuosa* STERNBERG, soit à des espèces particulières comme *Neuropteris Soreti* BRONGNIART, *Neuropteris montana* HEER, etc. Ch. PUSSENOT (1930, p. 40) nous a rapporté l'avis de R. ZEILLER au sujet des formes de *Mixoneura* provenant de ces gisements.

« Ce *Neuropteris* est certainement l'espèce que O. HEER a figurée sous ce nom (*N. flexuosa* STERNBERG) et très probablement aussi celle que A. BRONGNIART a citée sous ce nom comme observée par lui à la Roche Mâcot; mais je la crois différente du véritable *Neuropteris flexuosa* STERNBERG, qu'on trouve dans le Westphalien et qui, fréquentes sous forme de pennes détachées, n'est qu'assez imparfaitement connue. L'espèce de la Tarentaise me paraît s'en distinguer notamment par ses pinnules à base dilatée et souvent presque auriculée du côté postérieur, plus ou moins contractée en général du côté antérieur, et, par sa nervation plus serrée, souvent odontoptéroïde dans une partie de la moitié postérieure de la pinnule, celle-ci étant plus ou moins souvent adnée au rachis.

Il y a une ressemblance marquée avec *Odontopteris (Mixoneura) neuropteroides* GOEPPERT du Permien, mais on ne retrouve pas sur l'espèce des Alpes l'attache si caractéristique de la pinnule basilaire inférieure sur le rachis principal. Ce serait, je crois, une espèce à distinguer sous un nouveau nom, mais il faudrait avoir des échantillons plus complets. Quant au *Neuropteris montana* HEER, il représente probablement une simple forme de la précédente à pinnules étroites et à nervation ascendante. »

GISEMENTS

Ravin de la Salla
Mâcot.

STRATIGRAPHIE

Comme le *Mixoneura flexuosa* GRAND'EURY, cette variété peut caractériser le Stéphanien inférieur. Mais nous l'avons trouvée associée à des plantes telles que *Sphenophyllum oblongifolium*, *Dicksonites Sterzeli*, qui indiquent un niveau assez élevé du Stéphanien. Cette variété serait donc un peu plus tardive que la forme normale.

CONCLUSION SUR LES MIXONEURA

Dans le Carbonifère de la zone interne des Alpes, à un moment donné, on voit apparaître le genre *Mixoneura*; ce genre va prendre rapidement un grand développement et constituer l'élément dominant de la flore. En même temps, il évolue et on peut distinguer plusieurs

espèces ou variétés. Cette évolution semble s'être faite de la manière suivante : après l'existence du *Neuropteris obliqua*, que l'on peut considérer à la suite de P. BERTRAND comme un précurseur du genre, apparaissent des formes petites, à nervation fine, qui peuvent être comparées au *Mixoneura ovata* HOFFMAN, ou au *Mixoneura Simoni* P. B. Puis apparaît le *Mixoneura flexuosa* GRAND'EURY qui va caractériser par son abondance une puissante série de terrain et ceci sur une très grande étendue. Enfin, un peu plus tardivement, nous voyons cette espèce atteinte d'une sorte de gigantisme et donner naissance à la variété *opulenta*.

Cette évolution est parallèle à celle observée par P. BERTRAND dans les bassins du Nord, de Sarre et Lorraine où l'on part de formes petites pour arriver à des plus grandes. Il semble que cette évolution se soit faite à peu près en même temps.

Cependant, l'évolution des *Mixoneura* dans les Alpes semble s'être faite de façon indépendante.

En Sarre et Lorraine, les espèces ou variétés observées sont plus variées. On trouve, en effet, des formes à nervation serrée, ou à nervation plus lâche et flexueuse, comme on peut le voir sur certains échantillons de *Mixoneura sarana* ou de *Mixoneura Deflinei*. Puis, au Stéphanien, on assiste à l'extinction du genre, comme le remarque G. MATHIEU (1949).

Dans les Alpes, toutes les formes observées ont comme trait commun la nervation qui est toujours très fine et très serrée, ce qui rend difficile la distinction des différentes variétés. L'évolution, enfin, ne s'arrête pas brutalement mais aboutit à une variété très opulente qui semble être propre à la flore carbonifère des Alpes. L'apparition de cette variété est peut-être en relation avec des conditions spéciales de climat.

Si l'on rapproche ces faits :

BASSIN SARRO-LORRAIN

Mixoneura présentant de nombreux types de nervation, dont certains à nervures peu serrées, fortes et flexueuses. Extinction brutale du genre au Stéphanien inférieur.

BASSIN BRIANÇONNAIS

Un seul type de nervation : toujours fine et très serrée. Persistance du genre — continuation de l'évolution au Stéphanien.

cela nous amène à penser que l'origine des *Mixoneura flexuosa* GRAND'EURY, forme à nervation serrée, qui peuplent au Stéphanien inférieur les bassins carbonifères des massifs cristallins de la zone externe et certains bassins du Massif Central, doit être recherchée dans le Bassin briançonnais.

Genre *ODONTOPTERIS* BRONGNIART

Pl. XLV, fig. 3, 3a, 5, 7

Ce genre est caractérisé par les pinnules qui adhèrent par toute leur base au rachis support et par leur nervation, dépourvue de nervure principale et dont les nervules naissent directement au rachis.

Il se rattache aux Neuroptéridées par la structure de la fronde et la présence de *Cyclopteris*.

Les *Odontopteris* apparaissent au Stéphanien. Leur apogée se situe au Stéphanien moyen.

Ils n'ont jamais été signalés de façon certaine dans la zone interne des Alpes.

J. FABRE les a découverts près du lac de la Loze donc parmi une florule qui permet de dater paléontologiquement l'assise de Courchevel.

L'état de conservation des empreintes ne permet pas de pousser la détermination jusqu'à l'espèce, mais il ne peut y avoir de doute sur le genre.

Cependant, l'échantillon représenté Pl. XLV, fig. 3, montre de grandes pinnules dont la forme fait penser qu'il s'agit de l'*Odontopteris Brardi* BRONGNIART.

Marioptéridées

MARIOPTERIS ZEILLER

A. BRONGNIART n'avait pas distingué ce genre.

Selon la forme des pinnules, ces plantes étaient rangées, soit parmi les *Pecopteris*, soit parmi les *Sphenopteris*.

R. ZEILLER (1878, p. 58) l'a créé et, depuis, le genre *Mariopteris* est devenu le chef de file de la famille des Marioptéridées. D'après M^{me} P. DANZÉ-CORSIN (1953), cette famille comprend quatre genres de *Ptéridospermées*, qui ont en commun des traits particuliers dans l'architecture de leurs frondes, à savoir :

Les genres : *Mariopteris*,
Pseudomariopteris,
Tetratmema,
Dicksonites.

Cet auteur donne du genre *Mariopteris* la définition suivante :

« Tiges et rachis striés longitudinalement avec ou sans barres transversales. Frondes généralement quadripartites mais pouvant, dans la partie subterminale de la tige, devenir bipartites. Des aphlébies bien développées à l'aisselle des tiges et du rachis primaire. Pinnules à limbe large pouvant être sphénoptéroïdes, aléthoptéroïdes ou pécoptéroïdes. Pinnules basilaires développées, souvent bifides. Nervures principales ordinairement très nettes allant jusqu'à l'extrémité du limbe. Nervures secondaires plus ou moins visibles, quelquefois noyées dans l'épaisseur du limbe, toujours dichotomes. »

REMARQUES

J'ai eu de grandes difficultés à déterminer spécifiquement les débris de *Mariopteris* que l'on trouve assez fréquemment dans le Carbonifère de la zone interne des Alpes. Ceci est dû au polymorphisme des pinnules de ce genre et aussi au fait que, bien souvent, les échantillons étaient trop fragmentaires pour permettre une bonne observation de leurs caractères spécifiques.

Cette difficulté a été certainement ressentie par les auteurs antérieurs qui les ont étudiés si on en juge par les grandes divergences qui existent entre leurs déterminations.

Je pense avoir déterminé avec certitude :

Mariopteris acuta BRONGNIART.
Mariopteris laciniata POTONIÉ.

Mariopteris grandepinnata HUTH.

Mariopteris rotundata HUTH.

Les autres formes sont, ou très voisines de ces dernières, ou peuvent être rapprochées d'autres espèces connues. Mais il n'est pas exclu qu'il puisse exister des espèces particulières à la flore des Alpes. Je n'ai cependant pas voulu créer d'espèces nouvelles à partir d'échantillons en trop mauvais état pour permettre d'en définir utilement les caractères.

Des espèces créées dans ces conditions risqueraient d'avoir peu de valeur et de venir encombrer inutilement la terminologie.

MARIOPTERIS ACUTA BRONGNIART

Pl. XXX, fig. 1, 1a, 2, 2a, 3; Pl. XXXV, fig. 3; Pl. XXXVI, fig. 2, 2a, 3, 5

1831. *Sphenopteris acuta* A. BRONGNIART. Histoire des Végétaux fossiles, p. 207, fol. 57, fig. 5.
 1912. *Mariopteris acuta* HUTH in POTONIÉ. Abbild. u. Beschreib. foss. Pflanzenreste. 8, n° 144, fig. 1, 2.
 1914. *Mariopteris acuta* BUREAU. Bassin houiller de la Basse-Loire. Fasc. 2. Flores fossiles. Pl. XXIV bis, fig. 4 et 5.
 1932. *Mariopteris acuta* P. CORSIN. Guide paléontologique dans le terrain houiller du Nord de la France, p. 14, Pl. IV, fig. 1, 2, 3.
 1935. *Mariopteris acuta* GOTHAN. Die Steinkohlenflora der Westlichen paralischen Steinkohlenreviere Deutschlands. Abhdlg. Preuss. geol. Landesant., N. S. 167, p. 17, Pl. 30, 31, fig. 3-4.
 1953. *Mariopteris acuta* F. STOCKMANS et Y. WILLIÈRE. Végétaux namuriens de la Belgique. Ass. Et. Paléont. Strat. ho. Publ., Belg., n° 13, p. 290; Pl. XXXI, fig. 5; XXXIV, fig. 3; XXXVI, fig. 9-10a; XLII, fig. 5-7.
 1953. *Mariopteris acuta* M^{me} P. DANZÉ-CORSIN. Contribution à l'étude des Marioptéridées. Les *Mariopteris* du Nord de la France. Et. géol. Atlas Topogr. souterr. H.B.N.P.C., Flore foss., p. 76, Pl. I à VII.

Un certain nombre d'échantillons récoltés dans les Alpes se rapportent à cette espèce. On peut y observer la forme sphénoptéridienne des pinnules. Par contre, la nervation est généralement peu visible, comme c'est souvent le cas pour ce *Mariopteris*.

La plupart des échantillons figurés appartiennent à la variété *grandis* GOTHAN. C'est notamment le cas des exemplaires trouvés par J. FABRE près du Pont de Landry en Tarentaise (Pl. XXX) où l'on peut observer une très grande dissymétrie dans la forme des pinnules situées de part et d'autre du rachis de dernier ordre. La nervation est marquée par de la sérécite, mais la forme des grandes pinnules allongées est suffisamment caractéristique pour que l'on puisse attribuer ces empreintes au *Mariopteris acuta* var. *grandis* GOTHAN.

D'autres échantillons, comme ceux trouvés à la Grande Cime près de Névache (Hautes-Alpes), ont des pinnules plus arrondies et se rapportent à la variété *obtusa* GOTHAN.

L'échantillon représenté Pl. XXXV, fig. 3, présente de grandes analogies avec le *Mariopteris acuta*, à cependant les pinnules beaucoup plus serrées que chez la forme typique de cette espèce.

STRATIGRAPHIE

Le *Mariopteris acuta* est connu à partir du Namurien. Son apogée se situe au Westphalien A.

PRINCIPAUX GISEMENTS

Grande Cime, Névache
Croix des Gardéoles
Les Rochas
en éboulis, entre le Col du Chardonnet et celui de l'Aiguillette du Lauzet
Pont de Landry (Tarentaise).

MARIOPTERIS ROTUNDATA HUTH (?)

Pl. XXIX, fig. 1; Pl. XXXIV, fig. 1 et 1a

1932. *Mariopteris rotundata* P. CORSIN. Bassin houiller de la Sarre et de la Lorraine. Flore fossile. Marioptéridées, 3^e fasc., p. 172, Pl. CVII.

P. CORSIN (1950 a cité *Mariopteris rotundata* HUTH. en provenance d'un grand nombre de gisements (La Combarine, Puy-Richard, Puy-Saint-Pierre, Villard-Saint-Pancrace, Névache, Les Gardéoles, Monétier).

J'ai retrouvé des *Mariopteris* aux pinnules de formes sphénopteridiennes arrondies qui peuvent se rapporter à l'espèce décrite et représentée sous ce nom par P. CORSIN (1932).

J'ai pu observer également les rachis de ce *Mariopteris* qui est muni de barres transversales ainsi qu'un fragment (Pl. XXXIV, fig. 1 et 1a) d'une extrémité de penne se terminant par des fouets.

Si l'analogie avec la forme décrite par P. CORSIN est flagrante, il n'en existe pas moins de grandes différences entre nos échantillons et le type de HUTH (*in* H. POTONIÉ, 1912, LVIII, n° 155).

En effet, l'espèce décrite sous ce nom par cet auteur diffère sensiblement, comme l'a d'ailleurs remarqué P. CORSIN (1932) en ce sens que les pinnules ont un aspect beaucoup plus alithopéridien. Peut-être y aura-t-il lieu, à l'avenir, de les distinguer. L'échantillon de *Mariopteris* sp. de la Planche XXXVI, fig. 1, se rapproche beaucoup plus de l'espèce de HUTH, mais d'après les figures des types chez *M. rotundata* la nervation comprend une nervure principale bien marquée tandis que dans notre échantillon les faisceaux nervuraires n'en comprennent pas.

STRATIGRAPHIE

Le type de HUTH provient du charbon flambant de la Sarre. Ceux de P. CORSIN proviennent également du Bassin de Sarre et de la Lorraine et ont été trouvés dans l'assise des Flambants inférieurs, c'est-à-dire vers la base du *Wesphalien D*. Ce *Mariopteris* indiquerait donc un niveau assez élevé du Westphalien.

GISEMENTS

Vallée de la Clarée, Chemin des Muandes
Mines de la Combarine (en éboulis)
Puy-Richard.

MARIOPTERIS GRANDEPINNATA HUTH

Pl. XXXI, fig. 1, 1a, 1b, 2, 3

1919. *Mariopteris grandepinnata* HUTH in H. POTONÉ. Abbild. u. Besch. foss. Pflanzenreste. L. VII, n° 156, fig. 1 à 4.

L'exemplaire représenté Pl. XXXI, fig. 1, se rapporte très certainement à l'espèce de HUTH. La figure 1b reproduit un dessin original de cet auteur et on ne peut qu'être frappé de l'identité qu'il y a entre cette figure et certains éléments de l'échantillon reproduit à la même échelle.

Je rapporte également à cette même espèce l'échantillon, une extrémité de penne, représenté figures 2 et 3 de la même planche. Les pinnules sont plus serrées et moins diverses que chez l'échantillon précédent, mais on retrouve la même forme ainsi que le lobe terminal, court et très obtus en particulier sur les pinnules inférieures de la figure 3.

STRATIGRAPHIE

Cette espèce a été rarement signalée; elle est inconnue dans le bassin houiller du Nord. Les échantillons de HUTH proviennent de la partie inférieure du Carbonifère moyen productif, c'est-à-dire d'un horizon qui se situe dans le Westphalien A.

PRINCIPAUX GISEMENTS

Chemin des Chasseurs.
Crête du Grand Vallon.

MARIOPTERIS cf. GRANDEPINNATA (1)

Pl. XXXII, fig. 3

Un certain nombre d'échantillons, dont la figure 3 de la planche XXXII donne un bon exemple, me semblent très voisins du *Mariopteris grandepinnata*. Ils diffèrent du type de HUTH par la forme beaucoup plus allongée des éléments de dernier ordre et aussi par le fait que les pinnules se touchent.

Un échantillon du Muséum d'Histoire Naturelle de Paris (n° 4317, provenance Notre-Dame-des-Neiges, don de SCIPION GRAS), est tout à fait semblable à l'échantillon représenté ici. Il a été déterminé primitivement par A. BRONGNIART sous le nom de *Sphenopteris latifolia* BRONGNIART. Or les figures de A. BRONGNIART sont trop imparfaites pour servir de type à une espèce et, de toute façon, ne sont semblables en rien à l'échantillon de Notre-Dame-des-Neiges.

Enfin, il ne peut s'agir du *Mariopteris latifolia* ZEILLER.

(1) Note en cours d'impression : Depuis, j'ai pu montrer ces échantillons à M. STOPA qui a signalé cette espèce dans le Carbonifère de la Haute Silésie [1957. S. Z. STOPA : Les feuilles de fougères (*Pteridophylla*) du Namurien supérieur et du Westphalien le plus bas dans le bassin houiller de la Haute Silésie. Varsovie.]. Voici ce qu'il écrivait à propos de ce *Mariopteris* (op. cit., p. 178) :

« Forme du groupe *Mariopteris muricata*, assez caractéristique, inconnu jusqu'à présent à l'exception de la Haute Silésie (endémique). Les échantillons typiques de cette espèce dont je dispose proviennent seulement des couches de Ruda *sensu stricto* (Namurien C) de la mine de Jawiszowice. Toutefois, il semble que c'est une espèce plutôt rare; par conséquent, on ne peut pas la désigner comme espèce-guide de ces couches, mais seulement comme l'espèce les caractérisant. J'ai trouvé aussi un échantillon moins typique (cf.) dans la flore la plus ancienne des couches inférieures de Zaleze (Westphalien A). »

Je pense que la plupart des citations de *Mariopteris latifolia* que l'on trouve dans les listes de détermination de W. KILIAN et Ch. PUSSENOT sont à rejeter et qu'elles doivent se rapporter en réalité au *Mariopteris grandepinnata* ou, du moins, à une espèce très voisine.

PRINCIPAUX GISEMENTS

Crête du Grand Vallon
Chemin des Muandes.

Vraisemblablement cité sous le nom de *Mariopteris latifolia* par Ch. PUSSENOT (1930) à :

L'Argentièr
La Tour
Rif Claret
Puy-Richard
Puy-Chevalier
Le Perron
Le Chardonnet
Vallon de la Cula.

MARIOPTERIS LACINIATA POTONIE

Pl. XXXIII, fig. 1, 1a, 2, 2a, 3

1912. *Mariopteris laciniata* HUTH in H. POTONIE. Abbild. u. Beschr. foss. Pflanzenreste. L. VIII, n° 147.

1953. *Mariopteris laciniata* F. STOCKMANS et Y. WILLIÈRE. Végétaux namuriens de la Belgique. Ass. Et. Paléont. Strat. ho., Publ., Belg., n° 13, p. 294, Pl. XXIV, fig. 5, 5a; Pl. XXVIII, fig. 9 et 9a.

Ce *Mariopteris* à pinnules très élancées, très découpées, et dont le lobe terminal se résout en une fine denticulation très aiguë a été trouvé au gisement de la Grande Cîme près de Névache. La nervation est généralement bien apparente quoique très fine. Je ne pense pas qu'il puisse être confondu avec un autre, si ce n'est peut-être avec le *Mariopteris sarana* HUTH qui possède également des pinnules à limbe très lacinié sur leurs bords.

Mais chez ce dernier elles ont un contour beaucoup plus ovale, et si la nervation est fine, les nervures sont beaucoup moins serrées.

STRATIGRAPHIE

Le *Mariopteris laciniata* est une espèce namurienne, elle est répandue surtout en Silésie. Elle est connue aussi dans le Namurien du bassin houiller de la Belgique.

GISEMENTS

Le gîte Grande Cîme (Névache) en a fourni un grand nombre d'exemplaires typiques.

Mariopteris cf. *laciniata* Pl. XXXIV, fig. 2, 2a.

Au nord de Puy-Richard dans le Massif de Prorel, dans les nombreux déblais de galeries anciennes, ou dans leurs abords immédiats, j'ai récolté un assez grand nombre d'échantillons d'un *Mariopteris*, que je rapprocherais volontiers de l'espèce précédente.

L'exemplaire de la Pl. XXV, fig. 1 en est un exemple. Celui de la Pl. XXXIV est assez semblable aux échantillons de la Pl. XXXIII, mais il en diffère par la taille des pinnules qui est beaucoup plus petite.

Je ne pense pas qu'il s'agisse du *Mariopteris sarana* étant donné la forme très élancée des pinnules de dernier ordre.

S'il s'agissait vraiment du *Mariopteris laciniata* il y aurait une grande différence d'âge entre les terrains houillers exploités à la Combarine et ceux situés plus à l'Est.

Cela signifierait que l'accident qui limite dans cette direction les travaux de la Combarine serait très important et mettrait en contact du Westphalien C (gisement de la Combarine) et du Westphalien très inférieur, et peut être même du Namurien.

Cela expliquerait le mélange d'espèces que l'on constate à la lecture des listes de fossiles venant de Puy-Richard ou de la Combarine, d'après les auteurs antérieurs (voir page 132, 133).

Cependant les échantillons que j'ai récoltés étant différents du type et la détermination étant critiquable je ne peux que signaler le problème qui se pose pour la géologie de ce secteur.

Je n'ai malheureusement pas trouvé d'autres espèces qui y confirmeraient la présence de Carbonifère ancien.

MARIOPTERIS MOSANA WILLIÈRE

Pl. XXXII, fig. 3; Pl. XXXVI, fig. 4, 4a

1947. *Mariopteris mosana* Y. WILLIÈRE. Etude du Namurien et du Westphalien inférieur du bassin de Huy recoupés par la galerie de Java. *Ass. Et. Paléont. Strat. ho., Publ., Belg.*, n° 1, Pl. A, fig. 7 et 9.
1951. *Mariopteris mosana* Y. WILLIÈRE. (Voir Van Leckwyjck, etc.). Etude géologique du bassin houiller de Charleroi (Concession Tergnier-Auseaux-Presle). *Ibid.*, n° 9, Pl. B, fig. 3 et 4.
1953. *Mariopteris cf. mosana* M^{me} P. DANZÉ-CORSIN. Contribution à l'étude des Marioptéridées. Les *Mariopteris* du Nord de la France. *Et. géol. Atlas Topogr. souterr. H.B.N.P.C., Flore foss.*, fasc. 1, p. 118, Pl. XXI.
1953. *Mariopteris mosana* F. STOCKMANS et Y. WILLIÈRE. Végétaux namuriens de la Belgique. *Ass. Et. Paléont. Strat. ho., Publ., Belg.*, n° 13, p. 293, Pl. XXXVI, fig. 7, 7b.

Le gisement de la Grande Cîme près de Névache a fourni une flore abondante, riche en *Mariopteris*. Parmi ceux-ci, certains échantillons sont à rapprocher du *Mariopteris mosana* WILLIÈRE. Rappelons la diagnose qu'en a donné l'auteur :

« Espèce rappelant *Mariopteris muricata* par son port, à pennes d'avant-dernier ordre d'aspect différent suivant qu'elles sont plus ou moins étalées.

Pinnules à grandes dents profondes et peu nombreuses, plus ou moins rectangulaires, légèrement décur-rentes sur le rachis dressées obliquement vers l'avant.

Nervation fine, nervure médiane à peine plus apparente que les nervures latérales toujours assez recti-lignes.

Pinnules basilaires très développées, divisées typiquement en deux lignes inégales.

Rachis très légèrement flexueux.

Extrémité parfois laciniée. »

Sur l'échantillon de la planche XXXVI on peut voir que la nervation est très fine, l'aspect quadrangulaire des pinnules et quelques denticulations.

Celui de la planche XXXII est beaucoup plus voisin de *Mariopteris muricata*.

STRATIGRAPHIE

Le *Mariopteris mosana* a été signalé jusqu'à ce jour uniquement dans le Namurien.

GISEMENT

Les espèces que je rapporte à cette espèce proviennent de la Grande Cîme près de Névache et d'un gisement situé entre le Col de Chardonnet et de l'Aiguillette du Lauzet.

MARIOPTERIS sp.
Pl. XXXII, fig. 1, 1a

Il s'agit d'une Marioptéridée à feuillage très opulent, à nervation très nette. Elle me semble voisine du *Mariopteris grandepinnata* HUTH, mais les pinnules ont un sommet plus aigu, et leur forme se rapproche assez de celle des *Mariopteris hirsuta* P. CORSIN. Mais on n'observe pas les grands poils caractéristiques de cette espèce. Ceci est peut être dû à ce que je n'ai pu observer de positif, n'ayant à ma disposition que des empreintes négatives comme c'est généralement le cas dans le Briançonnais.

GISEMENT

Chemin du Lac Long.

Sphenopteris

Le terme de *Sphenopteris* a été créé par A. BRONGNIART (1822 et 1828) pour désigner des plantes qu'il pensait être des fougères. Dans son prodrome (1828, p. 50) il donne la définition suivante :

« Fronde bi ou tripinnée, pinnules rétrécies à la base, non adhérentes au rachis, plus ou moins profondément lobées, lobes divergents, presque palmés, nervures paraissant presque rayonner de la base de la pinnule. »

Un grand nombre d'empreintes carbonifères répondent à cette définition, purement morphologique, et de nombreuses espèces ont été réunies sous ce nom générique. Mais avec les progrès de la paléobotanique on s'est aperçu qu'en fait on désignait par là des plantes très diverses puisqu'on y a trouvé des Fougères vraies, de types eusporangié ou leptosporangié et, également, des Ptéridospermées. Ce terme n'a donc aucune valeur botanique. Au fur et à mesure des découvertes nouvelles, ces plantes ont été réparties dans des genres nouveaux, fondés sur la nature des fructifications.

Le terme de *Sphenopteris* ne sert plus que pour désigner des plantes à pinnules découpées, dont on ne connaît pas la position systématique.

J'ai cependant gardé pour certains fossiles le terme de *Sphenopteris*, en donnant entre parenthèses le nom générique fondé sur la fructification, afin de permettre au lecteur, non averti de ces changements, de rapprocher les fossiles que je cite de ceux des listes des anciens auteurs.

SPHENOPTERIS (ZEILLERIA) FRENZLI STUR

Pl. XXXVIII, fig. 5 et 5a

1956. Zeilleria Frenzli J. DANZÉ. Contribution à l'étude des *Sphenopteris*. Les fougères sphénoptéridiennes du bassin houiller du Nord de la France. *Et. géol. Atlas Topogr. souterr. H.B.N.P.C., Flore foss.*, fasc. 2, p. 251, Pl. XLI, fig. 1, 2; XLII. (Bibliographie in).

Un échantillon des collections de l'Ecole des Mines de Paris, provenant des Mines de la Tour près de Briançon, récolté par Ch. PUSSENOT, porte sur son étiquette la détermination *Sphenopteris Frenzli* STUR, inscrite de la main de Ch. ZEILLER.

On peut y observer des pinnules très découpées à limbe très réduit autour des nervures, et qui peut très bien se rapporter à cette espèce, quoique la taille des pinnules paraisse plus grande que celle des échantillons représentés par Ch. ZEILLER (1899, Pl. I, fig. 17) dans sa flore du bassin d'Héraclée, ou par J. DANZÉ (*op. cit.*). Mais peut-être s'agit-il d'un fragment provenant d'une région basse de la fronde comme le permet de penser l'épaisseur des rachis.

STRATIGRAPHIE

Zeilleria Frenzli est une espèce qui a été signalée à tous les niveaux du Wesphalien, sans être jamais très abondante.

GISEMENTS

Mines de la Tour
à l'est du Col de Névache
Petit-Saint-Bernard.

SPHENOPTERIS (ZEILLERIA) DELICATULA STERNBERG

Pl. XLIV, fig. 4 et 4a

1926. *Zeilleria delicatula* KIDSTON. Fossil plants of carboniferous rocks of Great Britain, II, p. 428, Pl. XCVII, fig. 4 à 7.
1956. *Zeilleria delicatula* J. DANZÉ. Contribution à l'étude des *Sphenopteris*. Les fougères sphénoptéridiennes du bassin houiller du Nord de la France. I. Flore fossile, p. 245, Pl. XL et XLI, fig. 3 à 5. (Bibliographie *in*).

Je pense pouvoir rapporter à cette espèce quelques empreintes de *Sphenopteris* qui sont tout à fait comparables par la taille des éléments de la fronde, l'aspect triangulaire des pennes de dernier ordre et le mode de découpe du limbe aux échantillons représentés par KIDSTON et, plus récemment, par J. DANZÉ.

L'échantillon de la planche XLIV, fig. 4, montre une penne d'avant-dernier ordre qui est en connexion avec un rachis assez épais (3 mm); ce qui fait penser qu'il s'agit d'un fragment provenant d'une région basse de la fronde.

STRATIGRAPHIE

Cette espèce est très ubiquiste. Elle a été signalée, mais sans jamais être très abondante, dans divers niveaux du Westphalien de l'Europe, ainsi qu'en Amérique du Nord. Ici, elle provient d'un gisement rapporté au Namurien d'après le reste de la flore.

GISEMENT

Crête de Pasquier.

SPHENOPTERIS HOENINGHAUSI BRONGNIART

Pl. XLIV, fig. 1, 1a, 2, 2a

1829. *Sphenopteris Hoeninghausi* A. BRONGNIART. Hist. des Végétaux fossiles, vol. I, p. 199, Pl. LIII.
1923. *Crossothea Hoeninghausi* R. KIDSTON. Foss. plants of the Carb. rocks of Gr. Brit., vol. II, par. 4, p. 327. Pl. LXXXV, fig. 1-2; LXXXVI, fig. 4, 8, 9; LXXXVII, fig. 4; *non* Pl. LXXXVI, fig. 1, 2, 3, 5, 6, 10, 11, 12, 13 et LXXXVII, fig. 5-10. (Bibliographie et Synonymie).
1932. *Sphenopteris Hoeninghausi* P. CORSIN. Guide paléont. dans le terr. houiller du Nord, p. 13, Pl. III, fig. 1-2.

SPHENOPTERIS

1938. *Calymmatotheca Hoeninghausi* A. RENIER et F. STOCKMANS. Fl. et Faune houill. de la Belgique, p. 80, Pl. 66.
1952. *Sphenopteris Hoeninghausi* W. J. JONGMANS. The female fructification of *Sphenopteris Hoeninghausi* and the (supposed) relation of this species with *Crossotheca*. *Palaeobotanist, India*, 1, p. 267, Pl. I-IX, fig. 1-34.

DIAGNOSE SOMMAIRE

Les pinnules très petites ont un limbe réduit. Elles sont divisées en 3 à 5 lobes arrondis, souvent tronqués, et sont plus ou moins découpées selon la position qu'elles occupent dans la fronde. Elles adhèrent aux rachis par un pédicelle légèrement décurrent et sont assez distantes les unes des autres. Leur aspect est généralement bombé (fig. 15).



FIG. 15
Sphenopteris Hoeninghausi BRGT.
Détail des pinnules $\times 3$

La nervation, souvent peu visible, comprend une nervure principale qui émet des nervures secondaires dans les différents lobes.

Les rachis sont hérissés de poils épineux ou d'écailles aiguës, striés longitudinalement. Les plus gros présentent un réseau losangique et sont connus sous le nom de *Lyginodendron*.

REMARQUES

Les échantillons de *Sphenopteris Hoeninghausi* provenant des Alpes, peuvent être comparés avec ceux du Nord (P. CORSIN, 1932) ou de la Belgique (A. RENIER et F. STOCKMANS, 1938).

Certains auteurs l'ont parfois confondu avec le *Sphenopteris Dubuissoni* (*S. Stangeri* auctor), bien que chez cette dernière espèce le limbe soit plus développé et les pinnules plus grandes.

STRATIGRAPHIE

L'abondance du *Sphenopteris Hoeninghausi* est un caractère de la flore du Westphalien A.

GISEMENTS

Montagne de la Ponsonnière.

Il a été cité par Ch. PUSSENOT (R. ZEILLER *det.*) aux Gardéoles (provenance douteuse, voir remarque page 135).

PORTIS l'a signalé au Lac Lavora dans la Vallée Etroite, mais cette détermination est sujette à caution.

SPHENOPTERIS (CALYMMATOTHECA) DUBUISSONI BRONGNIART*(Sphenopteris Stangeri auctor.)*

Pl. XLIII, fig. 2-2a

1928. *Sphenopteris Dubuissoni* BRONGNIART. Histoire des végétaux fossiles. I, p. 195; Pl. 54, fig. 4a et 4b.
1914. *Calymmatotheca Dubuissoni*. BUREAU. Bassin de la Basse-Loire. Fasc. II. Description des fleurs fossiles, p. 254; Pl. X, fig. 1 et 1 D, Pl. XI, fig. 3, 3a; Pl. XII, fig. 1 à 3.
1937. *Sphenopteris Dubuissoni* MATHIEU G. Recherches géologiques sur les terrains paléozoïques de la région vendéenne, 2 fasc., p. 16; Pl. III, fig. 1, 3, 6.

Cette espèce a été décrite en détail par E. BUREAU (1914).

DIAGNOSE SOMMAIRE

Les plus grandes pinnules sont droites ou inclinées sur le rachis support et sont quadri-lobées sur chacun de leurs côtés. En allant vers l'extrémité des pennes, le nombre de lobes diminue. Ces lobes sont eux-mêmes lobulés.

La nervation est forte et bien marquée. Elle comprend une nervure principale qui monte jusque dans le lobe terminal où elle se divise. Elle émet dans chacun des lobes latéraux une nervure secondaire décurrente qui s'y ramifie (fig. 16).

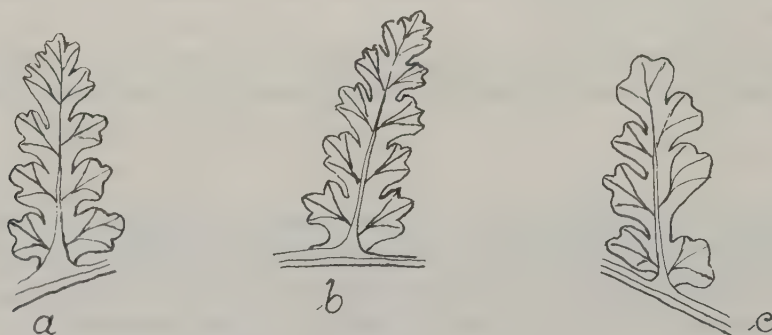


FIGURE 16

Sphenopteris Dubuissoni BRGT.

a — d'après E. BUREAU

b — d'après A. BRONGNIART

c — d'après un échantillon des Alpes

REMARQUES

L'échantillon représenté (Pl. XLIII, fig. 2) permet d'observer la dissymétrie des pinnules de part et d'autre des pennes. Les échantillons sont tout à fait comparables à ceux représentés par E. BUREAU.

Cet auteur n'hésitait pas à identifier le *Sphenopteris Stangeri* STUR à l'espèce de A. BRONGNIART. R. KIDSTON (1925, p. 470) mit en doute cette assimilation en faisant remarquer que chez le *Sphenopteris Dubuissoni* BRONGNIART les pinnules sont plus inclinées sur le rachis et leurs lobes sont plus pointus. Ces différences sont minimes et parmi les nombreuses figures de

SPHENOPTERIS

Sphenopteris STUR qui ont été données par les auteurs, on en rencontre de nombreuses, tout à fait semblables à l'espèce décrite par E. BUREAU.

STRATIGRAPHIE

Le *Sphenopteris Dubuissoni*, ainsi que le *Sph. Stangeri* STUR n'ont jamais été signalés que dans le Namurien.

GISEMENT

Crête du Grand-Vallon.

SPHENOPTERIS (RENAULTIA) GRACILIS BRONGNIART

Pl. IV, fig. 3

1829. *Sphenopteris gracilis* BRONGNIART. Histoire des Végétaux fossiles. Vol. I, p. 197. Pl. LIV, fig. 2.

1956. *Renaultia gracilis* J. DANZÉ. Contribution à l'étude des *Sphenopteris*. Les fougères sphénoptéridiennes du bassin houiller du Nord de la France. *Et. géol. Atlas Topogr. souterr. H.B.N.P.C., Flore foss.*, n° 2, p. 211 et suivantes. Pl. XXXIII, fig. 4, XXXIV. (Bibliographie et Synonymie *in*).

L'échantillon représenté est tout à fait comparable à celui figuré par J. Danzé (Pl. XXXIV, fig. 2 et 2a) dans son important ouvrage sur les fougères sphénoptéridiennes du Nord de la France.

On y retrouve le même port gracile, la même forme lobée des pinnules. Il s'agirait de la variété distinguée par cet auteur sous le nom de *Renaultia gracilis* var. *Zeilleri* qui, selon lui, serait particulière au Westphalien A.

GISEMENT

Crête du Vallon vers 2 560 m.

SPHENOPTERIS (OLIGOCARPIA) BRONGNIARTI STUR

Pl. XLIV, fig. 3 et 3a

1883. *Oligocarpia Brongniarti*. STUR. Morph. u. Syst. d. Culm und Carbonfaune. *Sitz. k. Akad. Wissensch., Osterr.*, 83, Post P., p. 688, fig. 18.

1956. *Oligocarpia Brongniarti* J. DANZÉ. Contribution à l'étude des *Sphenopteris*. Les fougères sphénoptéridiennes du bassin houiller du Nord de la France. *Et. géol. Atlas Topogr. souterr. H.B.N.P.C., Flore foss.*, 2^e fasc., p. 292, Pl. XLIV, fig. 2 à 4 et XLV. (Bibliographie et Synonymie *in*).

Les fragments rapportés à cette espèce montrent des pinnules stériles, à limbe mince, à lobes arrondies et dont la nervation est fine et flexueuse. Ils sont tout à fait comparables aux nombreuses représentations qui ont été données de cette espèce comme à la plupart du bassin westphalien d'Europe et d'Amérique.

STRATIGRAPHIE

L'*Oligocarpia Brongniarti* STUR a été signalé surtout au Wesphalien B et C, ainsi qu'au Westphalien D.

GISEMENT

Flanc nord du Col du Chardonnet.

***DISCOPTERIS STOCKMANSI* nov. sp.**

Pl. XXXVIII, fig. 1, 2, 3; Pl. XXXIX, fig. 1 et 2

1953. *Discopteris* sp. F. STOCKMANS et Y. WILLIÈRE. Végétaux namuriens de la Belgique. *Ass. Et. Paléont. Strat. ho., Publ., Belg.*, n° 13, p. 216, Pl. LII, fig. 14, 14a.

Dans leur magnifique ouvrage, F. STOCKMANS et Y. WILLIÈRE ont décrit et représenté un échantillon qu'ils considéraient devoir entrer dans le genre *Discopteris*. L'échantillon étant en mauvais état de conservation et trop restreint, ils n'ont pas créé une nouvelle espèce à partir de cette pièce unique.

Voici la description qu'ils en ont donné :

« Il s'agit d'une penne d'avant-dernier ordre. Elle a 2,5 cm de long et large de 1,2 cm. Ses bords sont sensiblement parallèles. Le rachis étroit est en relief sur l'une des faces, en creux sur l'autre. Les pennules de dernier ordre, dressées assez fortement obliquement en avant, s'y succèdent alternativement à gauche et à

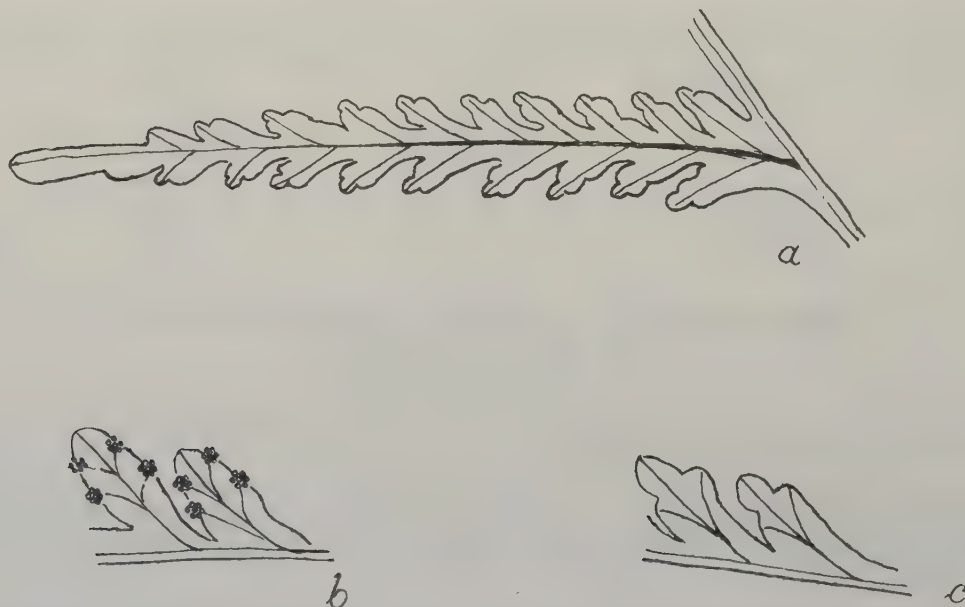


FIGURE 17

Discopteris Stockmansii nov. sp.

a — Pennule de dernier ordre $\times 6$

b — Pinnules fructifiées $\times 6$

c — Pinnules stériles $\times 6$

SPHENOPTERIS

droite, à 1,5 cm de distance. Elles sont imparipinnées et constituées d'une dizaine de pinnules dressées très obliquement en avant, contiguës, à contour spatulé, généralement peu discernables et porteuses d'un sore circulaire terminal qui les tronque. Les pennes de dernier ordre ont en moyenne 1 cm de long, les pinnules 2 mm et moins ».

J'ai pu, grâce à l'amabilité de F. STOCKMANS, comparer ses échantillons avec ceux découverts dans les Alpes et je suis convaincu de leur identité. Les échantillons des Alpes permettent de compléter la description de F. STOCKMANS et Y. WILLIÈRE.

Les pennes de dernier ordre, droites, linéaires, sont très penchées vers l'avant et font un angle d'environ 45° avec le rachis support. Elles se terminent par un lobe très allongé.

Les pinnules, petites (2 à 3 mm de long) sont soudées les unes aux autres par leur base; elles sont très inclinées sur le rachis, lobées (2 à 3 lobes arrondis de chaque côté de la pinnule, au maximum).

La nervation comprend une nervure médiane assez nette, décurrente, donnant naissance à des nervures secondaires qui se rendent dans chacun des lobes. Les formes fructifiées portent à l'extrémité des lobes des sores circulaires (fig. 17).

REMARQUES

Cette espèce semble être bien caractérisée par la forme linéaire des pennes de dernier ordre. Les échantillons ne montrent que des pennes bipinnées. Cependant, l'exemplaire représenté Pl. XXXVIII, fig. 2, présente de telles pennes disposées parallèlement qui permettent de supposer qu'elles appartiennent à une même penne primaire, bien que l'on n'observe pas la jonction à un rachis primaire. L'espèce serait au moins tripinnée.

Les sores observés à un fort grossissement semblent être granuleux, mais on ne peut savoir si cette impression est due à la présence de nombreux sporanges les constituant ou simplement à la granulation de la roche qui porte l'empreinte; aussi, n'est-ce qu'avec doute que l'on peut rapporter cette fougère au genre *Discopteris*.

Il n'y a pas, à ma connaissance, d'espèces voisines si ce n'est l'*Hymenophyllites antiquum* BUREAU, dont les pinnules ne sont pas sans ressembler à celles en question. Mais, même si l'on ne tient pas compte de son appartenance au genre *Hymenophyllites*, qui n'est peut être pas bien certaine, l'espèce de E. BUREAU a des pinnules libres, plus profondément lobées; les pennes de dernier ordre ont un contour triangulaire, les rachis sont nettement flexueux.

STRATIGRAPHIE

Le *Discopteris* décrit par F. STOCKMANS et Y. WILLIÈRE provient du Namurien de la Belgique, de terrains rapportés par ces auteurs au Namurien B.

GISEMENTS

Rive gauche de la Guisane
Crête du Grand Vallon vers 2 650 m.

SPHENOPTERIS FRAGILIS SCHLOTHEIM

Pl. XLIII, fig. 1, 1a, 1b

1937. *Sphenopteris fragilis* G. MATHIEU. Recherches géologiques sur les terrains paléozoïques de la Région Vendéenne, 2 fasc., p. 13, Pl. 1, fig. 1-3, II, fig. 1 à 3.

G. MATHIEU a discuté de la synonymie et des confusions qui ont été faites à propos de cette espèce. J'ajouterai seulement que l'espèce décrite sous ce nom par R. KIDSTON (1925, p. 86, Pl. XVII) ne me semble ni conforme au type de SCHLOTHEIM tel qu'il a été reproduit par BEHREND (BEHREND in POTONIE, 1909, n° 102), dont les pinnules sont plus aiguës, ni aux échantillons de Vendée.

L'échantillon des Alpes est, par contre, tout à fait comparable à ceux de Vendée représentés par G. MATHIEU.

STRATIGRAPHIE

Le *Sphenopteris fragilis* est une espèce de Carbonifère inférieur (Namurien).

GISEMENT

Sentier des Chasseurs
Flanc Ouest du Col du Chardonnet

SPHENOPTERIS SCHATZLARENSIS STUR

Pl. XXXV, fig. 4 et 4a

1885. *Diplothemema schatzlarensis* STUR. Die Carbon flora der Schtzlaren Schichten. Abhdlg. k. k. geol. Reichsanst., Osterr., 11, p. 321, Pl. XXIX, fig. 16 et 11; Pl. LXIV, fig. 2.

Ce *Sphenopteris* à pinnules très découpées a été assez souvent signalé dans le Westphalien de la région de Briançon. Personnellement je n'ai recueilli que de petits fragments pouvant être rapportés à cette espèce dans quelques gisements qui seraient d'âge Westphalien C d'après le reste de la flore; mais si je n'avais pas vu le bel échantillon trouvé par Ch. PUSSENOT, déterminé par R. ZEILLER, qui est conservé dans les collections de l'Ecole des Mines de Paris, je me serais gardé de les déterminer comme tels.

L'échantillon en question est tout à fait semblable à celui que STUR (1885) a représenté planche LXIV, figure 2, sous le nom de *Diplothemema schatzlarensis*.

Dans cet échantillon pas plus que dans celui de STUR, on observe la division bipartite de la fronde, ce qui justifierait le rattachement de cette espèce au genre *Diplothemema*.

L'échantillon figuré par STUR (1885) (planche XXIX, fig. 10) montrerait selon lui une telle division, mais je pense d'après le dessin qu'il pourrait s'agir d'une cassure accidentelle du rachis qui donne à première vue l'apparence d'une fronde bipartite; aussi je préfère conserver l'appellation de *Sphenopteris* qui ne préjuge en rien de la nature véritable du genre.

GISEMENTS

Ravin de Queyrières
Puy Richard
Chardonnet

Genre *CORYNEPTERIS* BAILEY

Ce genre est caractérisé morphologiquement par la forme linéaire des pennes de dernier ordre. Celles-ci portent de petites pinnules souvent soudées entre elles par leur base, qui gardent la même taille sur la plus grande partie de la penne.

A l'origine, ces fougères ne furent pas distinguées du genre *Pecopteris* (STERNBERG, 1828). En 1860, BAILEY créa le genre *Corynepteris* pour certaines formes fructifiées. R. ZEILLER (1893) et STUR (1885) nommèrent respectivement ces formes *Grand'Eurya* et *Sacopteris*. H. POTINÉ (1897) proposa le terme d'*Alloiopteris* pour les empreintes connues uniquement à l'état stérile. P. BERTRAND (1914, 1933, 1937), d'après les structures conservées et des empreintes montrant un rachis bifide, rattache le genre *Zygopteris* aux *Phyllophorales*.

F. NEMÉJC (1938) confirma cette manière de voir pour le *Corynepteris angustissima*, J. DANZÉ (1952) pour le *Corynepteris coralloides*. Enfin, le terme vague de *Sphenopteris* a souvent été utilisé (R. ZEILLER, 1888 par exemple).

Dans les terrains houillers briançonnais, deux espèces seulement sont représentées.

Corynepteris angustissima STERNBERG.

Corynepteris Essinghi ANDRAE.

CORYNEPTERIS ANGUSTISSIMA STERNBERG

Pl. XXXVII, fig. 1 à 3

- 1823. *Pecopteris angustissima* STERNBERG. Versuch einer geognostischbotanischen Darstellung der Flora der Vorwelt, vol. 1, fasc. 2, p. 29, Pl. XXIII, fig. 1.
- 1854. *Sphenopteris Sternbergi* ETTINGSHAUSEN. Die Steinkohlenflora von Radnitz. Abhdlg. k. k. geol. Reichsanst., Osterr., 2, p. 44, Pl. XX, fig. 2 et 3, fig. 4 (pars).
- 1888. *Corynepteris Sternbergi* ZEILLER. Bassin houiller de Valenciennes. Flore fossile. Etude des Gîtes minéraux de la France, p. 128, Pl. IX, fig. 5, Pl. XXXVII, fig. 6.
- 1925. *Corynepteris Sternbergi* KIDSTON. Fossil plants of the carboniferous rocks of Great Britain. Vol. II, part IV, p. 301, Pl. LXXIV, fig. 1 à 5, Pl. LXXVIII, fig. 1 à 2.
- 1938. *Corynepteris angustissima* NĚMEJC. Revise Karbonské a Permské Kveteny Stredoceskyh panvi uhelnych. p. 15, Pl. I, fig. 3, 4, Pl. III, fig. 8-10, texte : fig. 4-5.
- 1953. *Corynepteris (Alloiopteris) angustissima* STOCKMANS F. et WILLIÈRE Y. Végétaux namuriens de la Belgique. Ass. Et. Paléont. Strat. ho., Publ., Belg., n° 13, p. 210, Pl. XLII, fig. 1, Pl. XXXIV, fig. 1, 1a, Pl. XLV, fig. 5, 5a, Pl. XLIII, fig. 9, Pl. LI, fig. 6, 6a.
- 1956. *Corynepteris angustissima* DANZÉ J. Contribution à l'étude des *Sphenopteris*. Les fougères sphénoptéridiennes du bassin houiller du Nord de la France. Et. géol. Atlas Topogr. souterr. H.B.N.P.C., Flore foss., p. 325-31, Pl. LIII, fig. 4; Pl. LIV, fig. 1 et 2; Pl. LV, fig. 3 et 3a. (Bibliographie et Synonymie in).

DIAGNOSE SOMMAIRE

Les pinnules sont de forme presque quadrangulaire. Elles sont découpées au sommet en trois dents inégales par des échancrures peu profondes.

La nervation, bien marquée, comprend une nervure principale très décurrente à la base, donnant naissance à des nervures secondaires qui se terminent dans les dents. Les pennes de dernier ordre sont de formes linéaires (fig. 18).



FIGURE 18
Corynepteris angustissima STERNB.
Détail de la nervation $\times 3$

Cette espèce a souvent été citée par les auteurs sous le nom de *Corynepteris* ou *Alloiopteris Sternbergi* ETTINGSHAUSEN.

F. NEMÈJC (1938) a reconnu que l'échantillon original de « *Pecopteris angustissima* » STERNBERG, conservé au musée national de Prague, correspondait à cette espèce. C'est donc à ce nom qu'il faut revenir.

EXTENSION STRATIGRAPHIQUE

Sans être jamais très fréquente, cette espèce est connue au Namurien et dans toute l'épaisseur du Westphalien. Elle semble avoir une fréquence maxima au Westphalien Supérieur (Westphalien B. C.). Elle n'a jamais été signalée dans le Stéphanien.

GISEMENTS

Les échantillons représentés pl. XXXVII, fig. 1 à 3, proviennent tous de la mine des Verneys, commune de Valloire sur le flanc Ouest de la Setaz.

Le *Corynepteris angustissima* n'avait jamais été signalé jusqu'à présent dans la flore du Carbonifère des Alpes.

CORYNEPTERIS ESSINGHI ANDRAE

Pl. XXXVII, fig. 4 et 4a

- 1866. *Sphenopteris Essinghi* ANDRAE. Vorweltliche Pflanzen aus dem Steinkohlengebirge d. preuss. Rheinlandes und Westphalens. P. 20, Pl. VII, fig. 2-3.
- 1888. *Sphenopteris (Corynepteris) Essinghi* ZEILLER. Bassin houiller de Valenciennes. Flore fossile. Etude des gîtes minéraux de la France, pp. 122-127, Pl. IX, fig. 1-2, fig. 41 du texte.
- 1956. *Corynepteris Essinghi* J. DANZÉ. Contribution à l'étude des *Sphenopteris*. Les fougères sphénoptéridiennes du Bassin houiller du Nord de la France, pp. 317 à 325, tex. fig. n° 29, a, b, c. Pl. LI, LII, LIII. Fig. 1 à 3 et Pl. LV, fig. 2 (Bibliographie et synonymie *in.*).

DIAGNOSE SOMMAIRE

Les pinnules dissymétriques sont profondément découpées en lobes linéaires. Sa nervation comprend une nervure principale décurrente à la base, qui donne naissance à des nervures secondaires dichotomes qui se terminent dans les lobes (fig. 19).

SPHENOPTERIS



FIGURE 19
Corynepteris Essinghi ANDRAE
Détail d'une pinnule
(d'après NÈMEJC, 1938)

RAPPORTS ET DIFFÉRENCES

Cette espèce est voisine d'aspect du *Corynepteris angustissima*, mais son limbe est beaucoup plus découpé, les pinnules sont plus hautes que larges; enfin, la nervure principale me semble beaucoup moins décurrente que chez cette dernière.

L'échantillon rapporté au *C. Essinghi* (Pl. XXXVII, fig. 4 et 4a) n'est pas très bien conservé, en particulier le limbe est difficilement visible. A première vue, il ressemble beaucoup aux échantillons de *C. angustissima* (Pl. XXXVII, fig. 2 par exemple), mais la nervation est plus dressée, et la nervure principale moins décurrente.

EXTENSION STRATIGRAPHIQUE

Cette espèce n'a été signalée que dans le Westphalien (A, B et C). Elle semble être plus fréquente dans la zone moyenne (Westphalien B et C).

GISEMENTS

L'échantillon représenté Pl. XXXVII, fig. 4 et 4a, provient de la Crête des Muandes au fond de la Vallée de Névache. Il est le seul échantillon trouvé dans le Briançonnais au cours des nouvelles recherches. Il a été cité sous le nom de *Sphenopteris Essinghi* ANDRAE par R. ZEILLER (in W. KILIAN et J. REVIL, 1908, p. 111), aux Mines des Gardéoles près de Briançon. Cet auteur le donne comme probable en Vallée Etroite sous le Col des Muandes. R. ZEILLER (in W. KILIAN) écrivait à son sujet :

« Le *Sphenopteris Essinghi* est une espèce essentiellement westphalienne : dans le Nord, je ne l'ai vue que dans la zone moyenne, mais M. CRÉPIN l'a recueillie au Levant du Flenu, dans la zone supérieure à *Linopteris obliqua* ».

Ch. PUSSENOT a cité également cette espèce sous le nom d'*Alloiopteris Essinghi* ANDRAE, d'après les déterminations de R. ZEILLER : aux Mines de la Tour, Mine de Chamandrin, Rif Claret, Puy Richard, les Gardéoles, Puy-du-Cros, Col de Buffère, Col de la Ponsonnière, Col du Chardonnet, Vallon de la Cula, Chezlu (1).

P. CORSIN (1950) l'a déterminée sur des échantillons provenant de Briançon, Mines de la Tour, Puy Richard, Ravin de Queyrières et Col du Chardonnet.

(1) Le lieu-dit « Le Chezlu » correspond à la Mine des Verneys, où je n'ai trouvé que des *C. angustissima*. Il y a peut-être eu confusion de ces deux espèces.

Genre *RHODEA* PRESL.

Ce genre comprend des plantes qui ont pour caractère commun d'avoir des pinnules à limbe très réduit, en forme de lanières, plus ou moins divisé par dichotomie.

Ce genre n'a pas de valeur au point de vue classification naturelle et la position systématique des végétaux qui le constituent est souvent inconnue. Certaines plantes au limbe en lanière ont pu être classées dans d'autres genres, d'après leurs fructifications ou leur structure. Par exemple : *Diplothemema dissectum* BRONGNIART; *Tetratmema geniculatum* GERMAR et KAULFUSS.

Les formes de *Rhodea* sont nombreuses et variées surtout au Carbonifère inférieur (Namurien).

Leur détermination est souvent difficile, étant donné le petit nombre de caractères distinctifs observables, et aussi du fait que bien des espèces ont été créées d'après de trop petits échantillons.

RHODEA MORAVICA ETTINGSHAUSEN

Pl. XL, fig. 1, 2, Pl. XLI, fig. 1 à 4

1865. *Trichomanes moravicum* ETTINGSHAUSEN. « Foss. Flora d. Mähr. Schles. Dachschiefers ». *Denksch. Math. nat. Kl. k. Akad. Wissensch.* Band. XXV, p. 77 (24), fig. 9, Pl. VI, fig. 4.
1869. *Sphenopteris moravica*. SCHIMPER. *Traité de paléontologie végétale*. Vol. I, p. 414.
1875. *Rhodea moravica* STUR. *Culm Flora. Abhdlg. k. k. geol. Reichsanst., Osterr.*, 8, n° 1, p. 38, Pl. X, fig. 3 à 7, Pl. XI, fig. 1.
1877. *Calymmatotheca moravica* STUR. *Culm Flora*. N° 2 (loc. cit.), p. 278.
1883. *Sphenopteris moravica*. RENAULT. *Cours de botanique fossile*. Vol. III, p. 193.
1891. *Rhodea moravica* VAFFIER. *Etude géologique et paléontologique du Carbonifère inférieur du Maconnais. Ann. Univ. Lyon, Nouv. Sér. I (Sciences et Méd.)*, fasc. 7, p. 109, Pl. III, fig. 2, 2a, 2b, 2c, 2d.
1903. *Rhodea moravica* KIDSTON. *Foss. Plants carbon., etc. Trans. r. Soc. Edinburgh*, Vol. XL, p. 817, text. fig. 2, p. 812, Pl. V, fig. 48 et 49.
1914. *Zeilleria moravica* E. BUREAU. *Bassin de la Basse-Loire*, fasc. 2. *Etudes des Gîtes minéraux de la France. Flores fossiles*, p. 276, Pl. XVIII, fig. 1 à 4.
1918. *Zeilleria moravica* CARPENTIER. *Excursions dans le bassin houiller de la Basse-Loire. Bull. Soc. géol. Fr.*, 4^e série, vol. XVIII, p. 243; Pl. IV, fig. 10.
1919. *Zeilleria moravica* CARPENTIER. *Notes paléophytologiques sur le Carbon. de la Basse-Loire. Rev. gén. Bot., Fr.*, vol. XXXI, p. 90, Pl. III, fig. 9 et 10.
1920. *Zeilleria moravica* CARPENTIER. *Notes d'excursions paléobotaniques à Chalonnnes et Monjeau (Maine-et-Loire). Bull. Soc. géol. Fr.*, 4^e série, vol. XIX, p. 280, Pl. VIII, fig. 10-12.
1924. *Zeilleria moravica* R. KIDSTON. *Fossil plants of the carboniferous rocks of Great Britain. Mem. geol. Surv. Great Brit., Palaeontol.*, Vol. II, Part 5, p. 441, Pl. LXII, fig. 3-5, Pl. CXIII, fig. 4.

DIAGNOSE

Les pinnules alternes sont très distantes les unes des autres. Elles sont du type *Rhodea*, c'est-à-dire en forme de lanières profondément découpées de façon dichotomique. Cette division est plus ou moins poussée, suivant la position de la pinnule : elle est d'autant plus grande quand cette dernière se trouve à la base des pennes ou de la fronde. Les « lanières » se terminent en pointes aiguës; elles peuvent présenter parfois une terminaison tronquée : il s'agit alors probablement de pinnules fertiles dont les fructifications sont tombées.

Les pennes de dernier ordre sont espacées; les rachis sont droits et striés longitudinalement. Les fructifications portées à l'extrémité des pinnules fertiles se composent de quatre capsules fusiformes qui, à maturité, sont disposées en étoile (fig. 20).

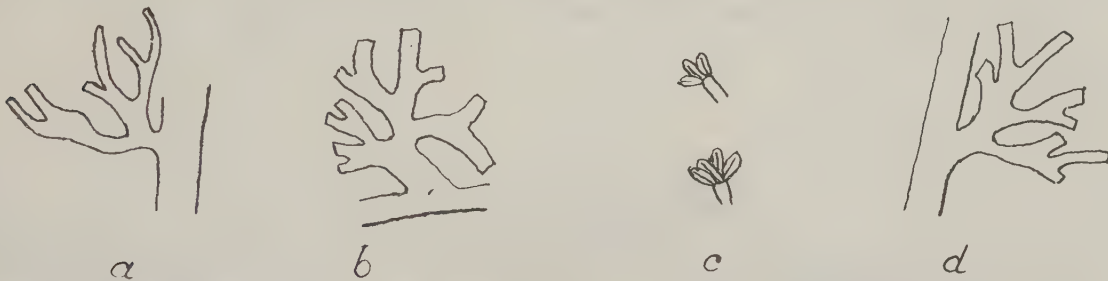


FIGURE 20
Rhodea moravica ETTINGSH.
a, b, d — Pinnules stériles $\times 6$
c — Fructifications $\times 6$

REMARQUES

L'échantillon rapporté à cette espèce provient des collections de l'Ecole des Mines de Paris. L'étiquette, écrite de la main de R. ZEILLER, l'attribue au *Crossotheca schatzlarensis* STUR. Cette détermination doit être rectifiée. En effet, il ne peut s'agir du genre *Crossotheca* tel que l'a défini R. ZEILLER; de plus, la forme des pinnules ne correspond pas à cette espèce. Par contre, elles sont tout à fait comparables aux figures qui ont été données par E. BUREAU, VAFIER, et aux descriptions de CARPENTIER.

Les échantillons sont trop imparfaits pour permettre de juger de la nature exacte des fructifications. S'agit-il de quatre sporanges disposés en étoiles, ce qui rapprocherait cette espèce du genre *Zeilleria*, comme l'ont fait certains auteurs ou bien des quatre valves ouvertes d'une capsule unique comme dans le genre *Calymmatotheca* ? rien ne permet de garder comme nom de genre le terme *Rhodea*, qui ne présume en rien de la position exacte de la plante dans une classification naturelle.

STRATIGRAPHIE

Rhodea morovica a été signalé uniquement dans des terrains se rapportant au Carbonifère inférieur (Namurien).

GISEMENT

Col du Chardonnet à 200 m à l'Est du Pied de l'Aiguillette du Lauzet.

RHODEA SPARSA KIDSTON

Pl. XLII, fig. 2, 2a

1923. *Rhodea sparsa* KIDSTON. Fossil plants of the carboniferous rocks of Great Britain. Vol. II, part 3, p. 237, Pl. LVI, fig. 3, 3a; Pl. LIX, fig. 5-6.

Les pinnules alternes ou opposées sont divisées en deux ou trois lanières, rarement quatre, dont l'extrémité élargie peut être entière ou échancrée.

L'échantillon Pl. XLII, fig. 2 et 2a, est comparable par la taille et l'allure à ceux représentés par R. KIDSTON. On y retrouve notamment l'élargissement des pinnules à leur extrémité, ainsi que l'aspect flexueux des rachis du dernier ordre.

Le type de R. KIDSTON provient des Lanarkian séries (= Namurien).

GISEMENT

Crête de Pasquier.

RHODEA sp. (type n° 1)

Pl. XLII, fig. 1, 1a

Sur un rachis rectiligne assez fort (1 mm de large) sont insérées des pinnules à limbe très réduit, digitées. L'extrémité des lanières est légèrement dilatée.

Le fragment est trop petit pour pouvoir être déterminé avec certitude ou pour servir de type à une espèce nouvelle.

Il n'est pas sans présenter des ressemblances par ses dimensions et quelques uns de ses caractères à *Rhodea gothiana* STOCKMANS et WILLIÈRE (1953, p. 253, Pl. IV, fig. 2, 2a) provenant de l'assise de Chockier.

RHODEA sp. (type n° 2)

Pl. XLII, fig. 3, 3a

Le rachis de dernier ordre est canaliculé, rectiligne. Les pinnules alternes sont divisées en 3 à 5 lanières, légèrement élargies à leur extrémité.

RHODEA sp. (type n° 3)

Pl. XLIV, fig. 5, 5a

Il s'agit d'une extrémité de penne, divisée en très fines lanières. L'échantillon est trop petit pour être déterminé.

RHODEA sp.

Pl. XXXVIII, fig. 4 et 4a

Il s'agit encore d'une extrémité de penne montrant une certaine régularité dans la division des pinnules.

SPHENOPTERIS

REMARQUE

Les *Rhodea* citées proviennent du gisement de la crête de Pasquier. Dans d'autres gisements (Crête du Grand Vallon, Grande Cîme) on rencontre également des petits fragments de végétaux en mauvais état de conservation qui pourraient se rapporter à ce genre.

Calamariées

CALAMITES

Les tiges et rameaux de *Calamites* sont parmi les fossiles les plus fréquents du Carbonifère des Alpes. Les anciens auteurs en ont fait largement mention dans leurs listes de déterminations. Je ne crois pas intéressant de la rappeler ici. En effet, les espèces qu'ils ont cru pouvoir distinguer sont généralement très mal définies et n'ont certainement pas de valeur botanique.

Celles dont les types ont été créés d'après de grands échantillons bien conservés et permettant d'observer un grand nombre de caractères morphologiques, tels que l'alternance des nœuds sur une grande longueur de tige, la position des cicatrices raméales ou de caractères anatomiques plus fins, sont exceptionnelles.

Comme généralement, on trouve des fragments incomplets, déformés, la détermination ne peut pas dépasser raisonnablement le stade du genre. Enfin, leur extension verticale est très grande (ceci est peut-être dû à notre impuissance à définir correctement les espèces); aussi, n'apportent-elles aucun renseignement d'ordre stratigraphique. J'ai cependant représenté pour mémoire quelques échantillons de *Calamites*.

CALAMITES CISTI BRONGNIART

Pl. LV, fig. 4

Provenance : route de Villarlurin (Tarentaise).

CALAMITES sp.

Pl. XLVIII, fig. 6

Cet échantillon porte d'un côté des côtes droites, et de l'autre des côtes onduleuses. Ce dernier caractère est généralement considéré comme caractéristique de *Calamites undulatus*, mais dans le cas présent, il s'agit certainement d'une déformation accidentelle.

CALAMITES sp.

Pl. XLVIII, fig. 5

Cet échantillon provient du gîte fossilifère de la grande Cîme près de Névache (Hautes-Alpes). On peut y observer un pli que l'on peut interpréter comme étant un nœud; les côtes ne sont pas alternes de part et d'autre de ce dernier. Ce caractère permettrait d'attribuer le fragment en question au genre *Asterocalamites* (*Archaeocalamites*), qui est généralement admis comme caractéristique du Carbonifère inférieur (Namurien). Mais bien que le reste de la flore du gisement indique cet âge, je n'ai pas retenu cette détermination, car il peut s'agir en réalité d'un pli accidentel.

J'ai aussi observé d'autres échantillons qui présentaient sur une face des côtes alternes et sur l'autre des côtes en continuité comme chez les *Asterocalamites*. Cette disposition était généralement due à des déformations des échantillons.

Etant donné ces multiples causes d'erreurs, et le peu d'intérêt stratigraphique que présente ce genre, j'en ai négligé l'étude de détail (Voir aussi pages 158 à 161).

Genre ASTEROPHYLLITES BRONGNIART

Ce genre, créé par A. BRONGNIART (1822), comprend des débris végétaux fossiles montrant des feuilles linéaires, univerviées, groupées en verticille sur des axes articulés plus ou moins profondément cannelés.

Cette définition peut s'appliquer également au genre *Annularia*, d'autant plus que tous deux sont regardés généralement comme représentant des rameaux feuillés de Calamariées.

La distinction de ces deux genres est donc très théorique, comme l'ont remarqué certains auteurs. La seule différence morphologique que l'on peut observer est que chez les *Annularia*, le limbe est plus développé autour de la nervure unique que chez les *Asterophyllites*.

Un certain nombre d'espèces ont été définies d'après la taille des feuilles et des entrenœuds. Mais il est possible que, chez une même plante, ces caractères pouvaient varier dans d'assez larges mesures selon la position occupée par le fragment considéré, ce qui diminue de beaucoup la valeur que l'on peut attribuer à ces espèces.

Dans le terrain houiller de la zone interne des Alpes, les *Asterophyllites* sont très abondants, contrairement aux *Annularia*, et l'on peut y distinguer les quatre types suivants :

Asterophyllites equisetiformis SCHLOTHEIM

Asterophyllites grandis STERNBERG

Asterophyllites charaeformis STERNBERG

Asterophyllites longifolius STERNBERG

ASTEROPHYLLITES EQUISETIFORMIS SCHLOTHEIM

Pl. XLVIII, fig. 2 et 3

1820. *Casuarites equisetiformis* SCHLOTHEIM. Petrefactenkunde, p. 397.

1828. *Asterophyllites equisetiformis* BRONGNIART. Prodrôme d'une histoire des végétaux fossiles, p. 159.

1911. *Asterophyllites equisetiformis* W. J. JONGMANS. Anleitung zur Bestimmung der Karbonpflanzen West-Europas, p. 204, fig. 163 à 168. (Bibliographie et Synonymie *in*).

DIAGNOSE SOMMAIRE

Sous ce nom sont rassemblés des *Asterophyllites* dont les feuilles des rameaux de dernier ordre sont groupés au nombre de 12 à 20 par verticille et dont la longueur varie entre 5 et 20 mm. Les nœuds sont distants de 4 à 10 mm. Ces feuilles sont pointues et parfois légèrement falciformes.

REMARQUES

On peut distinguer deux types d'*Asterophyllites equisetiformis*, correspondant à cette définition :

1) L'un aux feuilles très aigües, arquées, et dont le port n'est pas sans rappeler celui d'une prêle (Pl. XLVIII, fig. 3);

2) L'autre, aux feuilles droites, et dont l'aspect ressemble à certaines formes d'*Annularia stellata* (Pl. XLVIII, fig. 2).

Ce dernier type est plus conforme à celui figuré par SCHLOTHEIM. C'est à lui que se rapporte l'*Asterophyllites equisetiformis* représenté par R. ZEILLER dans la flore du bassin houiller de Commentry (1888, Pl. XLVIII, fig. 3).

W. J. JONGMANS (1951, p. 11, fig. 19 par exemple) nomme ce type. *A. equisetiformis* form. *Schlotheimi*.

EXTENSION STRATIGRAPHIQUE

L'*Asterophyllites equisetiformis* a été signalé dans tout le terrain houiller, du Namurien au Stéphanien, et persiste jusqu'à l'Autunien supérieur. Cependant, il semble que la forme *Schlotheimi* apparaissent généralement plus haut que la forme ordinaire, comme W. J. JONGMANS (1951, p. 11) en a déjà fait la remarque. Dans le Stéphanien, c'est généralement cette dernière forme que l'on rencontre. Ceci semble se vérifier dans les Alpes.

GISEMENTS

1) Le premier type est très abondant partout dans le Briançonnais;

2) *A. equisetiformis* forme *Schlotheimi*. Col des Encombres, Chalets des Râteaux, Chalet du Mennet, Ravin de la Salla.

Cette forme se rencontre partout dans les gisements de la zone externe des massifs cristallins. C'est elle aussi qui a été trouvée dans la flore du sondage de Barles (Pl. LVII, fig. 6).

Il a été signalé par les auteurs antérieurs : aux Encombres et au Petit Saint-Bernard.

ASTEROPHYLLITES LONGIFOLIUS STERNBERG

Pl. XLIX, fig. 1 et 2

1911. *Asterophyllites longifolius* W. J. JONGMANS. Anleitung z. Bestimm. der Karbonpflanzen West-Europas, p. 214 (Bibliographie et Synonymie *in*).

DIAGNOSE SOMMAIRE

On désigne sous ce nom des *Asterophyllites* dont les entre-nœuds des rameaux de dernier ordre sont longs de 12 à 30 m et dont les feuilles ont 4 à 7 cm de longueur.

REMARQUES

Ici encore il ne s'agit pas d'une espèce à proprement parler, mais d'un terme compréhensif qui rassemble des formes qui n'ont en commun que la longueur des feuilles, mais qui peuvent être différentes à première vue. Ainsi, l'échantillon (Pl. XLIX, fig. 1) provenant de la pointe de Névache, présente des feuilles très fines et un axe finement strié longitudinalement. Cette forme se rapproche de l'*Asterophyllites striatus* WEISS.

Un autre échantillon (Pl. XLIX, fig. 2) ramassé en éboulis sous le Col de Névache, diffère par son allure et par ses feuilles plus larges. Il se rapprocherait de la forme représentée par O. HEER (1887, Pl. XVb, fig. 1) sous le nom d'*Asterophyllites germanicus*.

EXTENSION STRATIGRAPHIQUE

Les *Asterophyllites* de ce type sont assez communs à tout le Westphalien. Ils ont été signalés également au Stéphanien.

GISEMENTS

Ces formes, moins fréquentes que les précédentes, ont été trouvées uniquement dans le Briançonnais, au Col de Névache. Ch. PUSSENOT les a signalées également, à la Crête de la Tempête, au Lac Lavora et au Petit Saint-Bernard.

ASTEROPHYLLITES GRANDIS STERNBERG

Pl. LVIII, fig. 1 et 4

1825. *Bechera grandis* STERNBERG. Versuch einer geognostischbotanischen Darstellung der Flora der Vorwelt. Vol. 1, fasc. IV, p. 30, Pl. XLIX, fig. 1.
1888. *Asterophyllites grandis* ZEILLER. Bassin houiller de Valenciennes, p. 376, Pl. LIX, fig. 4 à 7.
1911. *Asterophyllites grandis* JONGMANS. Anleitung zur Bestimmung der Karbonpflanzen West-Europas, p. 244, fig. 185, 186.
1953. *Asterophyllites grandis* STOCKMANS et WILLIÈRE. Végétaux namuriens de la Belgique, p. 180, Pl. XXIII, fig. 4; Pl. XXIX, fig. 1 à 6; Pl. XXXIII, fig. 2 et 3; Pl. XXXIX, fig. 1-2; Pl. XLVI, fig. 2; Pl. LIII, fig. 13. (Bibliographie et Synonymie in JONGMANS, 1911).

DIAGNOSE SOMMAIRE

Les feuilles de cet *Asterophyllites* sont groupées sur les rameaux de dernier ordre au nombre de 8 à 10 par verticilles, longues de 3 à 8 mm, et les entre-nœuds longs de 2 à 4 mm.

RÉPARTITION STRATIGRAPHIQUE

Cette espèce est connue du Namurien au Westphalien. Elle est beaucoup plus rare au Stéphanien.

GISEMENTS

Les *Asterophyllites* sont très abondants dans le terrain houiller de la région de Briançon, c'est-à-dire qu'ils semblent cantonnés dans le Westphalien inférieur et moyen.

Ch. PUSSENOT le cite à l'Argentière, la Tour, Chamandrin, la Combarine, La Sagnette, Puy Richard, les Gardéoles, Puy Chevalier, le Perron, le Chardonnet, le Chezlu.

ASTEROPHYLLITES CHARAEFORMIS STERNBERG

Pl. L, fig. 5 et 5a

1911. *Asterophyllites charaeformis* JONGMANS. Anleitung z. Bestimm. der Karbonpflanzen West-Europas, p. 232, fig. 190-191. (Bibliographie et Synonymie in).

DIAGNOSE SOMMAIRE

On désigne sous ce nom de petits *Asterophyllites*, dont les rameaux de dernier ordre ne portent que deux petites feuilles (1,5 à 2 mm), opposées, arquées vers l'avant à chaque verticille (fig. 21).



FIGURE 21
Asterophyllites charaeformis STERNB.
(d'après ZALESSKY in JONGMANS, 1911)

REMARQUES

L'individualité de cette espèce est loin d'être prouvée.

Certains auteurs, W. J. STOCKMANS et Y. WILLIÈRE (1953, p. 181) notamment, n'hésitent pas à rapporter ces formes à l'*Asterophyllites grandis*.

Les exemplaires observés dans les Alpes ne montrent que des petits fragments isolés et il n'est pas possible de conclure.

EXTENSION

Ces formes sont connues dans le Namurien et le Westphalien.

On ne les connaît pas au Stéphanien.

GISEMENTS

Très fréquents dans le Westphalien de la région de Briançon, ces *Asterophyllites* n'ont pas été observés ni en Maurienne, ni en Tarentaise.

O. HEER (1876, p. 54, Pl. XVIII, fig. 4) a représenté sous le nom d'*Asterophyllites Saussuri*, un *Asterophyllites charaeformis* provenant du lambeau houiller de Taninges.

Genre *ANNULARIA* BRONGNIART

A. BRONGNIART (1828, p. 155), définissait ce genre ainsi : « Tige grêle, articulée, à rameaux opposés naissant au-dessus des feuilles. Feuilles verticillées, planes, le plus souvent obtuses, traversées par une seule nervure, soudées entre elles à leur base, de longueur inégale. »

Cet auteur pensait qu'il s'agissait de végétaux aquatiques et présumait que : « ces plantes flottaient à la surface des eaux, sur laquelle leurs rosettes s'épalaient toutes dans le même plan, comme nous le voyons encore dans les schistes qui les renferment. »

On considère maintenant ces fossiles comme représentant les rameaux feuillés de certaines *Calamites*. Ils seraient donc l'équivalent du genre *Asterophyllites*, la seule différence sensible entre ces deux genres étant le limbe, plus développé chez les *Annularia*.

Dans le terrain houiller briançonnais, les tiges de Calamaricées sont les fossiles végétaux les plus fréquents; par conséquent, on pourrait s'attendre à trouver une abondance au moins égale du genre *Annularia*; or, il n'en est rien : ceci est un fait remarquable.

Au cours de cette étude, ce genre n'a été observé qu'en trois points seulement et jamais dans des terrains inférieurs au Westphalien D.

La liste de Ch. PUSSENOT (1930) faisait déjà ressortir cette rareté.

Les deux espèces rencontrées sont :

Annularia spenophylloides ZENKER

Annularia stellata SCHLOTHEIM

Il est même curieux que l'*Annularia radiata*, fossile généralement très fréquent dans le Westphalien moyen du Nord de la France et de la Belgique, n'ait jamais été trouvé dans les terrains de même âge des Alpes.

ANNULARIA SPHENOPHYLLOIDES ZENKER

1911. *Annularia spenophylloides* W. JONGMANS. Anleitung z. Bestimm. d. Karbonpflanzen. West-Europas, p. 260 et suivantes (Bibliographie in).

DIAGNOSE SOMMAIRE

Les feuilles sont spatulées, longues de 3 à 7 mm. Elles ont, dans leur plus grande largeur 2 à 3 mm et sont groupées en verticilles au nombre de 10 à 12. Elles ne présentent qu'une seule nervure médiane qui se prolonge jusqu'à la pointe qui les termine (fig. 22).



FIGURE 22
Annularia spheophylloides ZENK.
Schéma $\times 2$ env.

EXTENSION STRATIGRAPHIQUE

Cette espèce ne peut être confondue avec aucune autre. Elle est abondante à partir du Westphalien C jusqu'à l'Autunien inférieur.

GISEMENTS

Dans la zone interne, elle a été observée aux Râteaux. Elle est très fréquente dans les bassins stéphanien de la zone externe et intracristallins.

Ch. PUSSENOT l'a signalée aux Encombres et au Petit Saint-Bernard.

ANNULARIA STELLATA SCHLOTHEIM

Pl. L, fig. 1, 2, 3

1911. *Annularia stellata* JONGMANS. Anleitung z. Bestimm. d. Karbonpflanzen West-Europas, p. 238 et suivantes (Bibliographie in).

DIAGNOSE SOMMAIRE

Les feuilles sont linéaires, lancéolées, ou légèrement spatulées; elles ont 1 à 5 cm de longueur, parfois plus, et de 1 à 3 mm dans leur plus grande largeur qui est atteinte au delà de leur milieu. Elles sont parcourues par une nervure centrale unique qui s'étend jusqu'à leur sommet, et sont groupées en verticille au nombre de 16 à 32.

Les feuilles d'un même verticille sont de taille inégale, ce qui donne à ce dernier un contour elliptique (fig. 23).

REMARQUES

Cette définition peut s'appliquer à de nombreuses variétés. Les unes ont des feuilles à limbe très développé de part et d'autre de la nervure médiane; d'autres sont mucronées à leur sommet; d'autres, enfin, sont linéaires et le limbe est réduit à un tel point que ces dernières peuvent être confondues avec des *Asterophyllites equisetiformis* et, particulièrement, avec *A. equisetiformis* forme *Schlotheimi* JONGMANS.

Il est certain que, sous un même nom, on désigne sinon des espèces, du moins des variétés différentes et il est douteux que toutes ces formes représentent le feuillage de *Calamites ramosus* ARTIS.

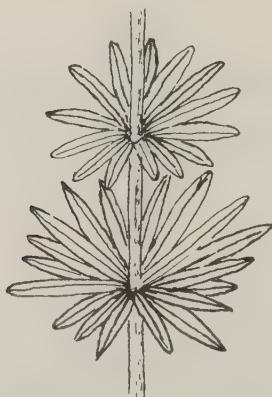


FIGURE 23
Annularia stellata SCHLOTH.
Schéma gr. nat.

EXTENSION STRATIGRAPHIQUE

Ces formes à feuilles très allongées deviennent abondantes à partir du Westphalien C, et le restent jusqu'au Permien.

Leur extension stratigraphique se confond avec celle de l'*Annularia sphenophylloides*.

GISEMENTS

Les Râteaux en Maurienne
Chalets du Mennet
Ravin de la Salla en Tarentaise

Ch. PUSSENOT (1930) l'a signalé : aux Encombe et à Seriseray.

Comme l'*Annularia sphenophylloides*, ces fossiles sont très fréquents dans les bassins de la zone externe.

Sphénophyllales

Genre *SPHENOPHYLLUM* BRONGNIART

DÉFINITION

Ce sont des Plantes articulées, à tiges grêles, cannelées un peu à la façon de celles des *Calamites*. Les nœuds portent des feuilles disposées en verticille par trois ou en nombre multiple de trois.

Les feuilles peuvent être entières ou très découpées.

Chez une même plante on connaît différents types de feuilles; le polymorphisme est vraisemblablement en relation avec la vie semi-aquatique de ces végétaux, les feuilles les plus découpées étant celles qui vivaient sous l'eau.

Les nervures des feuilles se divisent de façon dichotomique.

Le genre *Sphenophyllum* est connu uniquement au Paléozoïque.

On ne connaît rien qui leur soit comparable parmi la flore actuelle.

REMARQUES

Les *Sphenophyllum* sont fréquents dans la flore houillère.

Les différentes espèces que l'on peut distinguer sont assez caractéristiques et ont une extension verticale suffisamment restreinte pour être considérées comme de bons fossiles stratigraphiques.

Dans le terrain houiller de la zone interne, deux espèces seulement sont connues.

1) *Sphenophyllum myriophyllum* CREPIN déterminé par P. CORSIN (1950) d'après des échantillons provenant de : Puy Richard, Villard Saint-Pancrace, la Sagnette, Puy Saint-André.

Au cours des nouvelles recherches, cette espèce n'a pas été retrouvée.

2) *Sphenophyllum oblongifolium* GERMAR et KAULFUSS n'a été vu qu'en deux points.

Le genre *Sphenophyllum* est très rare dans le bassin briançonnais, ce qui semble étonnant quand on connaît sa fréquence parmi les flores des autres bassins houillers. Il est curieux de constater que cette rareté coïncide avec celle du genre *Annularia*.

SPHENOPHYLLUM OBLONGIFOLIUM GERMAR ET KAULFUSS

Pl. L, fig. 4, 4a

1911. *Sphenophyllum oblongifolium* JONGMANS W. J. Anleitung zur Bestimmung der Karbonpflanzen West-Europas, p. 395 et suivantes, fig. 366 à 368.
 1954. DOUBINGER J. et VETTER P. Sur les *Sphenophyllum* du Stéphanien. Contribution à la révision du genre *Sphenophyllum*. Ann. Soc. géol. Nord, t. LXXIV, pp. 106 à 121.

DIAGNOSE SOMMAIRE

Les feuilles ont une forme légèrement ovale, leur bord supérieur est dentelé et présente, de plus, une échancrure médiane.

Certaines formes sont plus profondément laciniées (fig. 24).



FIGURE 24

Sphenophyllum oblongifolium GERMAR et KAULFUSS
 Schéma d'une foliole $\times 3$ env.

EXTENSION STRATIGRAPHIQUE

Le *Sphenophyllum oblongifolium* est connu dans tout le Stéphanien; il est encore présent dans l'Autunien. Son apogée se situe au Stéphanien moyen.

ALPES

L'échantillon (Pl. L, fig. 4 - 4a) rapporté à cette espèce ne montre pas nettement la forme légèrement ovale des feuilles, mais la taille, la denticulation des feuilles (assez profonde ici) ainsi que la présence d'une seule échancrure médiane, montrent qu'il y a toute probabilité pour qu'il s'agisse de cette espèce.

Provenance, en Tarentaise :

Ravin de la Salla

Le Mennet

Il est cité par Ch. PUSSENOT (1930) d'après les déterminations de R. ZEILLER : aux Encombres, en Maurienne et à Seriseray en Tarentaise, et par P. CORSIN (1950) aux Encombres et à Mâcot.

Lycopodiales

Genre *LEPIDODENDRON* STERNBERG

Ce genre comprend des plantes arborescentes dont les rameaux se divisent par dichotomie. Les *Lepidodendron* sont caractérisés surtout par leur écorce, couverte de coussinets foliaires rhomboïdaux, allongés selon la verticale et disposés en hélice.

Chaque coussinet porte une cicatrice foliaire, également rhomboïdale, dont les angles latéraux se prolongent vers le bas par des lignes arquées.

La cicatrice foliaire porte trois petites cicatrices ponctiformes, dont la centrale, mieux arquée que les autres, correspond au passage du faisceau foliaire. Sous la cicatrice foliaire, on observe parfois deux fenêtres elliptiques, traces d'un tissu aérifère (fig. 25).

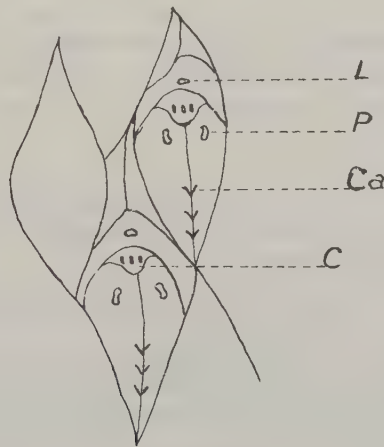


FIGURE 25
Schéma de coussinets foliaires
de *Lepidodendron obovatum*

L — Ligule P — Tissu aérifère Ca — Carène C — Cicatrice foliaire

LEPIDODENDRON OBOVATUM STERNBERG

Pl. XLV, fig. 2, 3

1820. *Lepidodendron obovatum* STERNBERG. Versuch einer geognostischbotanischen Darstellung der Flora der Vorwelt. Vol. I, fasc. 1, pp. 20, 23, X, Pl. VI, fig. 1, Pl. VIII, fig. 1 A, a et b.

1820. *Lepidodendron aculeatum* STERNBERG. *Ibid.* Vol. I, fasc. 1, pp. 20, 23, X, Pl. VI, fig. 2, Pl. VIII, fig. 1 B, a et b.
1888. *Lepidodendron obovatum* ZEILLER. Flore fossile du bassin houiller de Valenciennes. Etude des gîtes minéraux de la France, Paris, pp. 442-446, Pl. LXVI, fig. 1 à 8.
1888. *Lepidodendron aculeatum* ZEILLER. *Ibid.*, pp. 435-441, Pl. LXV, fig. 1 à 7.
1888. *Lepidodendron dichotum* ZEILLER. *Ibid.*, pp. 446-448, Pl. LXVII, fig. 1.
1953. *Lepidodendron obovatum* STOCKMANS et WILLIÈRE. Végétaux namuriens de la Belgique. *Ass. Et. Paléont. Strat. ho., Publ., Belg.*, pp. 123-216, Pl. VII, fig. 5-6; Pl. XIX, fig. 6; Pl. XXV, fig. 7; Pl. XXVIII, fig. 10; Pl. XXIX, fig. 16-17; Pl. XXXII, fig. 1-3; Pl. XL, fig. 1; Pl. LIII, fig. 6.

DIAGNOSE

La diagnose de l'espèce correspond à la définition du genre, le *Lepidodendron obovatum* pouvant être considéré comme le génotype puisque le *Lepidodendron dichotum* de STERNBERG est mal défini. Il convient seulement d'ajouter comme autres caractéristiques spécifiques que la cicatrice foliaire est située dans la moitié supérieure du coussinet, la moitié inférieure étant divisée en deux par une carène coupée parfois par des rides transversales.

Chez les formes âgées de *Lepidodendron obovatum*, les coussinets sont séparés les uns des autres par des bandes plates, sinueuses, pouvant atteindre 3 à 4 m de largeur.

REMARQUE

F. STOCKMANS et Y. WILLIÈRE (1953, p. 124) ne doutent pas de l'identité du *Lepidodendron obovatum* et du *Lepidodendron aculeatum* STERNBERG. Ils estiment, en conséquence, qu'il ne devrait plus être question du *Lepidodendron aculeatum* en tant qu'espèce.

Il semble également que le *Lepidodendron dichotum* décrit par R. ZEILLER (1888, p. 144) ne représente pas une espèce distincte du *Lepidodendron obovatum*. Cependant, on a coutume de nommer *L. aculeatum* des formes à coussinets foliaires allongés.

EXTENSION STRATIGRAPHIQUE

Les *Lepidodendron* du type *obovatum* sont très communs au Namurien et au Westphalien. Ils sont beaucoup plus rares au Stéphanien.

GISEMENTS

Ils sont très fréquents dans les grès du Carbonifère situés au Sud de l'Arc. On en trouve également en Tarentaise, dans le houiller de la rive droite de l'Isère (Mines des Chapelles) ainsi qu'au Col du Petit Saint-Bernard.

LEPIDODENDRON LYCOPODIOIDES STERNBERG

Pl. XLV, fig. 1, 4, 5

1820. *Lepidodendron lycopodioides* STERNBERG. Versuch einer geognostischbotanischen Darstellung der Flora der Vorwelt.
1888. *Lepidodendron lycopodioides* ZEILLER. Flore fossile du bassin houiller de Valenciennes. Gîtes minéraux de la France, pp. 464 à 467, Pl. LXIX, fig. 1-3, Pl. XXX, fig. 1.

DIAGNOSE SOMMAIRE

Cette espèce est connue surtout par des fragments de rameaux encore garnis de feuilles. L'écorce est divisée en coussinets foliaires rhomboïdaux très allongés.

Ils sont divisés par une carène peu saillante. La cicatrice foliaire est peu marquée et le plus souvent invisible du fait de la persistance des feuilles.

REMARQUES

Certains auteurs ont vu dans cette espèce des rameaux de *Lepidodendron obovatum*. Cependant, R. ZEILLER (1888, p. 465) a remarqué que chez le *Lepidodendron obovatum*, les coussinets foliaires devenaient plus trapus quand on passait de la tige aux rameaux, tandis que chez le *Lepidodendron lycopodioides* ils sont toujours beaucoup plus hauts que larges.

Les exemplaires figurés Pl. XLV, fig. 1, 4, 5 permettent d'observer les caractères de ce *Lepidodendron*.

On peut, de plus, remarquer sur l'échantillon provenant de la Guyeta (fig. 5, pl. XLVI) que les pointes des coussinets foliaires ne sont pas recourbées comme chez le *Lepidodendron obovatum*. L'exemplaire provenant de la Croix des Gardéoles (Pl. XLV, fig. 5) représente un fragment d'écorce assez âgé, où l'on voit les coussinets séparés par des bandes onduleuses larges de 1 mm environ.

EXTENSION STRATIGRAPHIQUE

Cette espèce est surtout signalée au Westphalien. Elle est beaucoup plus rare au Stéphanien.

GISEMENTS

Les échantillons représentés proviennent :

Col de la Guyeta
Croix des Gardéoles
Chemin de la Crête des Muandes

PUSSENOT l'a citée, d'après les déterminations de R. ZEILLER, à :

La Combarine
La Sagnette
Puy Richard
Les Gardéoles
Le Chardonnet
Le Petit Saint-Bernard

Il cite également *Lepidodendron* cf. *lycopodioides* à :

La Combarine
Puy Richard
Le Chardonnet
Le Petit Saint-Bernard

Lepidodendrons mentionnés par les anciens auteurs

Les anciens auteurs ont mentionné de nombreuses espèces de *Lepidodendrons* dans le Carbonifère des Alpes. Il est vraisemblable que beaucoup de ces plantes correspondent en réalité au *Lepidodendron obovatum*, et qu'elles doivent tomber en synonymie. En effet, de nombreuses espèces ont été créées d'après les caractères qui peuvent être très variables à l'intérieur d'une même espèce :

- Allongement plus ou moins grand des coussinets foliaires.
- Présence d'une bande onduleuse entre les coussinets.

D'autres espèces ont été fondées sur des fragments de tige décortiquées.

Déjà G. SCHIMPER (1870, t. 2, p. 18) remarquait la grande confusion qui régnait dans la détermination des espèces de *Lepidodendrons*.

Il écrivait à ce propos :

« On se hâte souvent beaucoup trop de décrire les moindres petits fragments et de leur imposer des noms particuliers; les déterminations se font sur des débris isolés et sans que celui qui les fait ait connaissance des débris complémentaires enfouis dans les mêmes couches... »

Dans les listes anciennes on trouve cité :

Lepidodendron dichotum STERNBERG (= *Lepidodendron Sternbergi*, BRONGNIART), déterminé par A. BRONGNIART, cité par O. HEER et PORTIS au Col de Buffère et à la Crête de la Tempête.

Il s'agit certainement de *L. obovatum*.

Les échantillons représentés sous ce nom par O. HEER (1876), provenant de Tanniges et Brayaz d'Arbignon, sont très douteux.

Lepidodendron turbinatum BRONGNIART déterminé par A. BRONGNIART et cité par SCIPION GRAS (1854), Ch. LORY à la Combarine, et Puy-Saint-Pierre (vraisemblablement *L. cf. obovatum*).

Lepidodendron ornatissimum STERNBERG déterminé par A. BRONGNIART au Chardonnet, Puy-Saint-Pierre, Puy-Richard (cité par SCIPION GRAS, et Ch. LORY).

Lepidodendron crenatum STERNBERG déterminé par A. BRONGNIART au Chardonnet, à la Combarine et au Puy-Richard.

Lepidodendron Wortheni LESQUEREUX déterminé par PÉOLA (1903, p. 214) et Petit-Saint-Bernard. L'auteur n'en donne pas la figuration, mais dit qu'il présente une grande analogie avec celui représenté par R. ZEILLER (1888, p. LXXI).

Lepidodendron du groupe *Jagaczewskyi aculeatum* déterminé par P. BERTRAND (in F. BLANCHET, E. MORET et L. ROCH, 1923) entre Roche Noire et le Rochas sur la rive gauche de la Guisane. Il s'agit d'un *Lepidodendron* à coussinets foliaires très allongés.

Lepidodendron sp. cité par Ch. PUSSENOT (1930) à l'Argentière, la Tour, la Combarine, la Sagnette, Puy-Richard, les Gardéoles, le Perron, le Chardonnet et le Petit-Saint-Bernard; par E. BLANCHET, L. MORET et F. ROCH (1923) dans le torrent de Saint-Sébastien près de Saint-Martin-de-Queyrières. On peut remarquer que la plupart des gisements de *Lepidodendron* sont situés au Sud de l'Arc.

LEPIDOPHLOIOS LARICINIUS STERNBERG

Pl. LI, fig. 1, 2 et 3

1820. *Lepidodendron laricinum* STERNBERG. Versuch einer geognostischbotanischen Darstellung der Flora der Vorwelt, Vol. 2, fasc. 1, p. 23, Pl. XI, fig. 2-4.
1888. *Lepidophloios laricinum* ZEILLER. Bassin houiller de Valenciennes. Flore fossile, p. 47, Pl. LXXII, fig. 1 à 3.
1938. *Lepidophloios laricinius* A. RENIER et F. STOCKMANS. Flore et faune houillères de la Belgique. p. 60, Pl. VIII, fig. a.
1953. *Lepidophloios laricinius* F. STOCKMANS et Y. WILLIÈRE. Végétaux namuriens de la Belgique, pp. 127 à 130, Pl. VII, fig. 2, 4; Pl. XXV, fig. 2, 2a; Pl. XXIX, fig. 14; Pl. XXXII, fig. 8; Pl. XXXVI, fig. 5; Pl. XXXVIII, fig. 3; Pl. XLVII, fig. 5; Pl. LI, fig. 5.

Le *Lepidophloios laricinius* représenté par STERNBERG sous le nom de *Lepidodendron* peut servir de génotype. Dans les Alpes, seule l'espèce *Lepidophloios* est représentée. Il est probable que les autres espèces de ce genre, décrites par les auteurs, ne sont que des formes particulières de cette espèce.

DIAGNOSE

Lépidophyte arborescente, caractérisée par son écorce couverte de coussinets foliaires rhomboïdaux allongés dans le sens de la largeur et disposés en hélice comme chez le *Lepidodendron*.

Chaque coussinet foliaire comprend à sa base une cicatrice foliaire rhomboïdale portant trois cicatricules et surmonté d'une ligule.

La cicatrice foliaire n'est pas toujours visible; elle peut être recouverte par le coussinet foliaire qui s'affaisse chez les formes âgées (fig. 26).

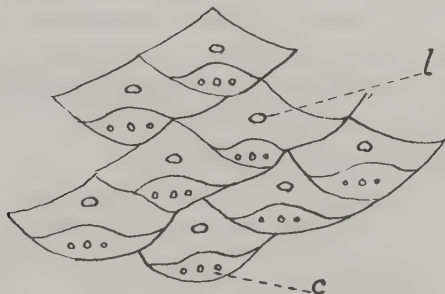


FIGURE 26
Schéma des coussinets foliaires
de *Lepidophloios laricinius* STERNB.

c — cicatrice foliaire
l — ligule

REMARQUES

Généralement cette espèce est bien caractéristique et de détermination facile. Il semble cependant qu'elle a pu être parfois confondue dans les Alpes avec *Sigillaria Brardi*, espèce stéphanienne.

EXTENSION STRATIGRAPHIQUE

Cette espèce est fréquente au Namurien et Westphalien. Elle persiste au Stéphanien mais elle y est beaucoup moins abondante.

GISEMENTS

Col de Tramouillon
Col de Buffère (lit du torrent du gros Rif)
Mine de la Benoite
Flanc est de la Croix des Gardéoles
Crête de la Casse Blanche
Crête de la Cula
Col de Névache
Crête des Muandes
Crête du Grand Vallon.

Ch. PUSSENOT (1930) l'a citée d'après des déterminations de R. ZEILLER, à la Combarine, la Sagnette, Puy-Richard, les Gardéoles, le Perron, le Chardonnet, le Fort des Salettes, le Petit-Saint-Bernard.

On voit que cette espèce est surtout cantonnée dans le Carbonifère situé au Sud de l'Arc.

SIGILLARIACÉES

Les Sigillariacées qui comprennent le genre unique *Sigillaria* BRONGNIART, sont des Lycopodiacées arborescentes, caractérisées par l'ornementation de leur écorce, qui présentent des cicatrices foliaires à contour plus ou moins hexagonal, portées ou non par un coussinet foliaire.

La cicatrice foliaire présente trois cicatricules : une centrale, arrondie, qui correspond au point de passage des cordons vasculaires, encadrées de deux cicatricules latérales arquées qui correspondent à des tissus aérifères ou parichnos.

Les cicatrices sont surmontées d'une ligule (fig. 27).

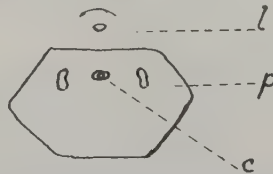


FIGURE 27
Schéma d'une cicatrice foliaire
de Sigillaire

l — ligule
c — cicatrice correspondant au passage
des cordons vasculaires
p — parichnos

Les Sigillaires ont été classées d'après la forme des coussinets foliaires.
Classification de la famille des Sigillariacées (d'après J. HIRMER, 1927).

Groupe EUSIGILLARIA Coussinets foliaires plus ou moins séparés par une ligne longitudinale.	Sous-groupe <i>Favularia</i>. Cicatrices hexagonales nettes. Ligne séparatrice des rangées de coussinets foliaires en zigzag. Ex. : <i>Sigillaria elegans</i> BRONGNIART.	
	Sous-groupe <i>Rhytidolepis</i>. Coussinets foliaires peu marqués ou absents.	<i>Subrhytidolepis</i>. Coussinets foliaires séparés. Ex. : <i>Sigillaria polypleca</i> BOULAY.
		<i>Eurhytidolepis</i>. Ligne séparatrice des rangées de cicatrices foliaires. Ex.: <i>Sigillaria tessellata</i> BRONGNIART.
SUBSIGILLARIA Pas de lignes séparatrices entre les coussinets foliaires.	<i>Clathraria</i>. Coussinets nettement individualisés. <i>Sigillaria ichtyolepis</i> STERNBERG.	
	<i>Leiodermaria</i>. Coussinets foliaires individualisés chez les formes jeunes, s'effaçant sur les formes âgées. Ex. : <i>Sigillaria Brardi</i> BRONGNIART.	

SIGILLARIA ELEGANS STERNBERG

Pl. LIII, fig. 5, 5a

1888. *Sigillaria elegans* ZEILLER. Bassin houiller de Valenciennes. Flore fossile. Et. des gîtes minéraux de la France, p. 582, Pl. LXXXVII, fig. 1 à 4.
1932. *Sigillaria elegans* P. CORSIN. Guide de paléontologie dans le terrain houiller du Nord de la France. Lille, p. 16, Pl. VI.
1953. *Sigillaria elegans* F. STOCKMANS et Y. WILLIÈRE. Végétaux namuriens de la Belgique. Ass. Et. Paléont. Strat. ho., Publ., Belg., n° 13, p. 162, Pl. XXXIII, fig. 5; Pl. XXXVIII, fig. 4, 4a; Pl. XLVII, fig. 8.

DIAGNOSE SOMMAIRE

Les coussinets foliaires sont en forme d'hexagone, rangés en files séparées par des côtés en zigzag.

Les cicatrices foliaires ont une forme hexagonale, arrondie vers le bas.

La plupart des auteurs sont d'accord pour conserver le nom de *Sigillaria elegans*, bien que le type de STERNBERG ne corresponde certainement pas à l'espèce que l'on a coutume de désigner par ce nom.

Les échantillons des Alpes sont conformes aux descriptions de R. ZEILLER; certains, décortiqués, montrent des côtés munis de mamelons saillants sillonnés de stries longitudinales; d'autres montrent des cicatrices d'insertion d'épis, groupées à une même hauteur.

STRATIGRAPHIE

Sigillaria elegans est une espèce connue dans le Namurien, et particulièrement fréquente au Westphalien A et B. Elle est plus rare ensuite et n'a jamais été signalée au Stéphanien.

GISEMENT

Crête du Châtelard.

SIGILLARIA POLYPLOCA BOULAY

Pl. LIII, fig. 1 à 4

1876. *Sigillaria polyploca* BOULAY. Terrain houiller du N de la France, p. 47, pl. II, fig. 8.

1888. *Sigillaria polyploca* ZEILLER. Bassin houiller de Valenciennes. Flore fossile. Et. Gît. min. de la France, p. 540, pl. LXXXII, fig. 4, 8.

DIAGNOSE SOMMAIRE (d'après R. ZEILLER)

Les côtes sont légèrement bombées, séparées par des sillons fortement ondulés, coupés à la hauteur des étranglements par un pli transversal rectiligne qui divise ainsi les côtes en mamelons.

Les cicatrices foliaires sont situées dans le quart supérieur de chaque mamelon; elles ont une forme pentagonale à angle inférieur arrondi.

Les angles latéraux de chaque cicatrice donnent naissance à deux lignes légèrement saillantes qui descendent et vont se perdre dans les sillons.

Les mamelons sont parfois marqués en-dessous des cicatrices foliaires de rides transversales.

Cette espèce est assez rare dans le bassin houiller du Nord. R. ZEILLER (1888) dit ne l'avoir observée qu'en un seul point.

Dans les Alpes, elle m'a paru être assez fréquente, mais les échantillons que l'on peut rapporter à cette espèce diffèrent notablement du type défini ci-dessus.

La forme des cicatrices foliaires est le caractère le plus constant, elle se rapproche de celle de *Sigillaria schlotheimiana* BRONGNIART et de *Sigillaria communis* KOEHNE, mais l'ornementation de l'une est différente.

J'en citerai trois variétés :

1) *Sigillaria polyploca*, Pl. LIII, fig. 1, 1a, 1b, forme lisse. Elle est la plus proche du type de Boulay, mais on n'y observe pas de barre transversale divisant les côtes en mamelons, ni de rides sous les cicatrices foliaires. Une forme très voisine est représentée à la figure 2 de la planche LIII. Là les côtes sont presque rectilignes et les angles latéraux des cicatrices foliaires partent des lignes qui vont se fondre dans les côtes.

2) *Sigillaria polyploca* var. *ornata* nov. var., Pl. LIII, fig. 3 et 3a. Les côtes ondulées sont moins marquées, et l'ornementation plus complexe est formée de plis onduleux longitudinaux.

3) *Sigillaria polyploca* var. *striata* nov. var. Les mamelons sont peu individualisés. L'ornementation consiste en de très nombreux plis transversaux qui emplissent complètement les intervalles entre les cicatrices foliaires.

Ces formes sont à rapprocher de *Sigillaria communis* KOEHNE, qui en a décrit également des exemplaires à côtes onduleuses. Il suffirait d'accentuer l'ondulation pour passer à l'espèce de BOULAY.

STRATIGRAPHIE

Ces Sigillaires se rencontrent au Namurien et au Westphalien.

GISEMENTS

Chemin du Lac Long
Crête de la Benoite.
Crête du Chardonnet
Grande Cîme (Névache).

SIGILLARIA COMMUNIS KOEHNE

Pl. LII, fig. 4

Les cicatrices foliaires ont la même forme que chez *Sigillaria polyploca*. Les côtes sont moins onduleuses.

PROVENANCE

Crête du Châtelard.

SIGILLARIA sp.

Pl. LII, fig. 5 et 5a

Il s'agit d'un curieux échantillon où les cicatrices foliaires du type *Sigillaria communis* sont disposées en deux ou trois files par côte.

GISEMENT

Crête de la Benoite

SIGILLARIA sp.

Pl. LII, fig. 2 et 3

Les cicatrices foliaires ont une forme hexagonale allongée. Elles sont semblables de formes à celles de *Sigillaria Mauricii* GRAND'EURY. Mais l'ornementation est différente, les cicatrices foliaires sont situées ici dans la partie supérieure d'un mamelon losangique.

GISEMENT

Crête du Grand Vallon.

SIGILLARIA cf. VENOSA BRONGNIART

L'écorce n'est pas cannelée; elle est assez plane et ornée de sillons onduleux longitudinaux.

GISEMENT

Crête du Grand Vallon

SYRINGODENDRON CYCLOSTIGMA BRONGNIART

Pl. LIV, fig. 2

De très petites cicatrices sont disposées sur des côtes finement striées longitudinalement.

PROVENANCE

L'Argentière.

SIGILLARIA cf. CANCRIFORMIS WEISS

Pl. LII, fig. 1, 1a

1887. *Sigillaria cancriformis* WEISS. Die Sigillarien der preussischen Steinkohlengebiete, I, p. 276, Pl. XIV, fig. 90, 92.

1953. *Sigillaria cancriformis* STOCKMANS et WILLIÈRE. Végétaux namuriens de la Belgique, p. 159. Pl. XXV, fig. 1, 1a; XXXV, fig. 4, 4a; XXXVIII, fig. 2, 2a; LII, fig. 10, 10a.

L'échantillon qui se rapproche de cette espèce est comparable par l'ondulation des côtes. Mais si la forme des cicatrices foliaires est assez semblable à celles du type, on n'y observe pas d'échancrure sur leur bord supérieur.

GISEMENT

Crête du Grand Vallon.

SYRINGODENDRON

Ce terme désigne des tiges de Sigillaires, dépouillées des couches externes de leurs écorces. Ces restes, lisses ou cannelés, représentent de grosses empreintes ovales ou réniformes qui correspondent vraisemblablement au parichnos.

Dans les Alpes, nous avons rencontré souvent des Sigillaires réduites à cet état; elles ne seront pas mentionnées étant donné leur absence d'intérêt.

STIGMARIA BRONGNIART

Les *Stigmara* sont les organes souterrains des Lépidophytes (Sigillaires, Lépidodendrons et genres annexes). On les rencontre souvent en position de vie dans les sols de végétation. Ils se présentent sous la forme d'axes cylindriques qui se divisent par dichotomie. Ils sont couverts de cicatrices mamelonées, disposées en spirales. Ces cicatrices étaient le point d'insertion d'appendices radiculaires en forme de rubans plus ou moins tortueux. On les retrouve souvent en connexion avec les *Stigmara* (fig. 28).

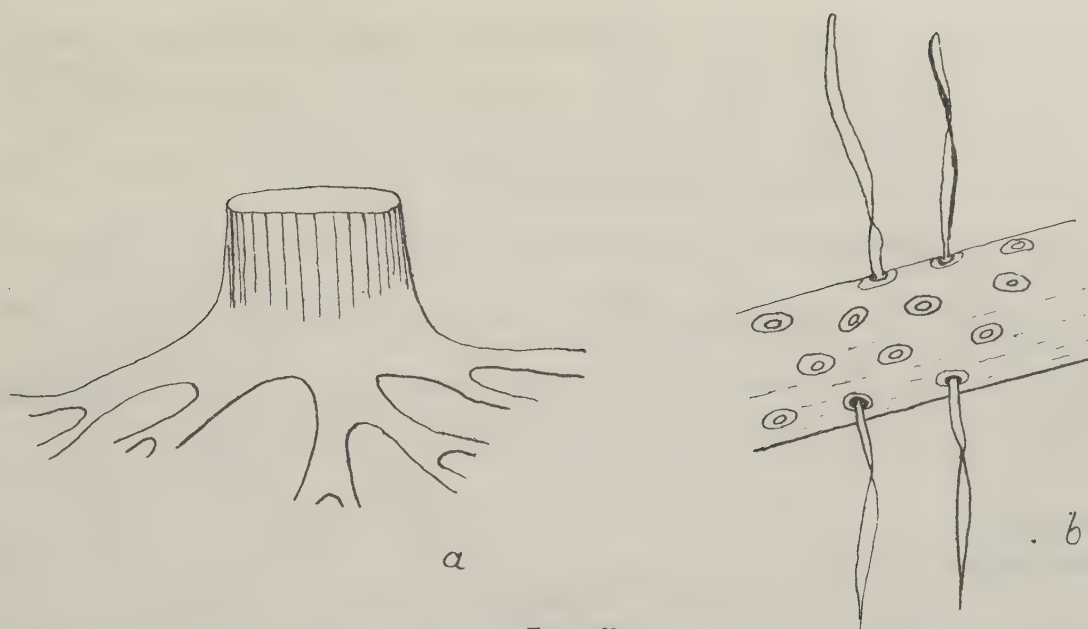


FIGURE 28

Stigmaria ficoides BRGT.

a — Schéma d'une souche (très réduit)

b — Schéma d'un axe avec ses cicatrices et ses appendices radiculaires en position de végétation (très réduit)

Le type que l'on rencontre le plus fréquemment est :

Stigmaria ficoides BRONGNIART (Pl. LI, fig. 5).

L'écorce est lisse, les cicatrices sont arrondies ou elliptiques, avec un mamelon central, point d'insertion des appendices radiculaires.

Signalons également (Pl. LIV, fig. 1) :

Stigmaria rugulosa GOTHAN.

La surface est ornée de grossiers plis tortueux.

L'échantillon figuré montre le début d'une division dichotomique.

GISEMENTS

Il est inutile de citer les endroits où on observe des *Stigmaria*, car ils n'ont pas de signification stratigraphique. Dans les Alpes, ils sont très fréquents au mur des couches. Leur observation n'est intéressante que pour l'identification du « mur » véritable ou « sol de végétation », et permet au géologue de voir si une couche est en position normale ou renversée.

Ainsi, aux mines des Chapelles (Tarentaise), la présence de *Stigmaria* en position de végétation montre que la plupart des couches sont renversées.

LEPIDOPHYLLUM BRONGNIART

A. BRONGNIART avait d'abord nommé « *Glossopteris* » des feuilles lancéolées traversées par une seule nervure médiane et « *Poacites* » des feuilles aciculaires provenant du terrain houiller

qu'il rapprochait des feuilles de monocotylédones tout en signalant qu'elles peuvent se rapporter à des plantes de familles très différentes.

Ces deux types de feuilles ont été réunis par lui (1828) sous le nom générique de *Lepidophyllum* qu'il définit ainsi :

« Feuilles sessiles, simples, entières, lancéolées ou linéaires, traversées par une seule nervure simple ou par trois nervures parallèles; pas de nervures secondaires. »

Depuis A. BRONGNIART, les paléobotanistes ont appliqué le nom de *Lepidophyllum* à des feuilles de deux types :

1) Les feuilles lancéolées, uninervées, assez larges, génotype : *Lepidophyllum majus* BRONGNIART.

2) Feuilles linéaires, aciculaires, très élancées, munies souvent d'une seule nervure centrale.

Premier type

Feuilles lancéolées, uninervées, assez larges

On connaît des feuilles de ce type portant à leur base des sporanges. Ils proviennent donc de cônes fructifères de Lycopodiacees, mais on ne sait pas exactement à quelles espèces elles se rattachent. Pour certains auteurs, elles se rapportent aux Lépidodendrons; pour d'autres, aux *Lepidophloios*. Ainsi R. ZEILLER (1906) rapporte un *Lepidophyllum acuminatum* provenant des Mines de Bert au genre *Lepidophloios*.

On a voulu également intégrer ce type de feuilles fertiles au genre *Lepidostrobus*. J. HIRMER (1927) a proposé, pour les désigner, le nom de *Lepidostrobophyllum* pour les échantillons porteurs de sporanges.

Les espèces créées par les auteurs sont loin d'avoir une grande valeur car nous n'avons pour les définir que bien peu de caractères :

- 1) La forme générale qui est souvent difficile à préciser.
- 2) La taille. On conçoit aisément qu'elle peut varier en de larges proportions.

Il est très intéressant à ce sujet de se rapporter aux mesures faites par F. STOCKMANS et Y. WILLIÈRE (1953, p. 138 et suivantes) sur de nombreux échantillons provenant du Namurien de Belgique.

Ces mesures montrent pour des *Lepidophyllum lanceolatum* LINDLEY et HUTTON, que, provenant d'un même gisement, ces feuilles forment un ensemble homogène où l'on passe d'une longueur donnée à une autre, et que la largeur n'est pas en relation directe avec la longueur.

C'est ce que l'on peut constater sur la rosette de *Lepidophyllum*, provenant d'un même cône, représenté Pl. XLVII, fig. 6.

Dans les Alpes, on peut distinguer trois types de feuilles, que l'on peut rapporter aux espèces suivantes :

- Lepidophyllum lanceolatum* LINDLEY et HUTTON
- Lepidophyllum majus* BRONGNIART
- Lepidophyllum* sp.

Il est bien entendu que les plus grandes réserves doivent être faites sur la valeur de ces espèces.

LEPIDOPHYLLUM LANCEOLATUM LINDLEY ET HUTTON

Pl. XLVII, fig. 4-6

1831-1833. *Lepidophyllum lanceolatum* LINDLEY et HUTTON. The fossil Flora of Great Britain. Vol. I, p. 28, Pl. VII, fig. 3-4.

1953. *Lepidophyllum lanceolatum* F. STOCKMANS et Y. WILLIÈRE. Végétaux Namuriens de la Belgique, p. 138, Pl. VII, fig. 8; XX, fig. 8, XXV, fig. 5-6, XXXII, fig. 11-13; XL, fig. 7, XLVII, fig. 4.

DIAGNOSE SOMMAIRE

Feuille lancéolée, uninervée, à bords entiers, s'effilant vers le haut à partir de la moitié, rétrécie vers la base.

La taille oscille entre 28 à 60 mm de longueur, 5 à 12 mm de large.

LEPIDOPHYLLUM MAJUS BRONGNIART

Pl. XLVII, fig. 5

1829. *Lepidophyllum majus* BRONGNIART. Prodrome d'une histoire des végétaux fossiles, p. 37.

DIAGNOSE SOMMAIRE

Feuille de forme analogue à celle du *Lepidophyllum lanceolatum*.

Taille pouvant atteindre 65 à 70 mm de longueur, 14 à 15 mm dans la plus grande largeur.

Lepidophyllum cf. *majus*.

Un échantillon provenant de la roche des Marches, diffère par sa taille (80 mm de long et 15 mm, dans sa plus grande largeur) et par son aspect beaucoup plus élancé que le type *Lepidophyllum majus*.

LEPIDOPHYLLUM sp.

Pl. XLVII, fig. 2

Il s'agit de petits *Lepidophyllum*, longs de 21 mm, larges de 9 à 10 mm, d'aspect très trapu.

Provenance de l'échantillon : Chemin du Lac Long.

EXTENSION STRATIGRAPHIQUE DES *Lepidophyllum*

Les feuilles de ce type sont très répandues dans le Namurien et le Westphalien. On en trouve encore dans le Stéphanien, mais elles y sont beaucoup moins abondantes.

GISEMENTS

La liste des gisements de *Lepidophyllum* serait très longue et de faible intérêt; les fossiles étant très répandus, cela reviendrait à citer la plupart des gîtes fossilifères signalés, sans

compter de nombreux autres lieux. Il faut cependant remarquer que la plupart sont situés au Sud de l'Arc. Au Nord, on les rencontre sur le terril de la Mine des Chapelles en Tarentaise et au Col du Petit-Saint-Bernard.

La liste de Ch. PUSSENOT (1930) cite :

Lepidophyllum lanceolatum LINDLEY et HUTTON. A l'Argentière, la Tour, Chamandrin, Rif Claret, la Sagnette, la Combarine, Puy-Richard, Chezlu, Crey de Quart, Rambert, Petit-Saint-Bernard.

Lepidophyllum majus BRONGNIART. Crête de la Tempête, Lac Lavora, Petit-Saint-Bernard.

Le *Lepidophyllum* ZEILLER-PÉOLA (provenant du Petit-Saint-Bernard est également à rapprocher du type *L. lanceolatum*).

On retrouve dans les listes des anciens auteurs la même distribution. La majorité des gisements rencontrés est située au Sud de l'Arc.

Deuxième type

Feuilles stériles linéaires, aciculaires, très élancées, munies le plus souvent d'une seule nervure centrale

Il ne s'agit pas toujours de feuilles de *Lepidodendron*; elles peuvent aussi se rapporter à des *Lepidophloios* ou à des *Sigillaires*. Le terme est donc impropre. W. JONGMANS (1952, Pl. XI, fig. 2) a représenté des feuilles de ce type sous le nom de *Lepidophyllum* ou *Sigillariaephyllum*.

O. HEER a décrit un certain nombre de fossiles provenant des Alpes :

Lepidophyllum solaceum HEER

Lepidophyllum laricinium HEER

Distrigophyllum bicarenatum (pour un type à 2 nervures)

qui viennent s'ajouter au *Lepidophyllum bicares* BRONGNIART.

Mais toutes ces espèces n'ont que peu de valeur et peu d'intérêt.

Nous remarquerons seulement, comme pour les feuilles du premier type, que ce genre de feuille est fréquent dans le Carbonifère du Sud de l'Arc, et au Petit-Saint-Bernard.

Le morceau de schiste couvert d'une jonchée de ces feuilles représente l'habitus le plus courant de ces fossiles.

La longue feuille, Pl. XLVII, fig. 1, représente vraisemblablement une feuille de *Sigillaire*.

Cordaïtales Unger

Ce sont des gymnospermes connues surtout par leurs grandes feuilles spatulées ou lancéolées, striées longitudinalement par de nombreuses nervures parallèles et des fibres de sclérenchyme.

On distingue un certain nombre de genres et d'espèces, selon la forme ou la taille des feuilles, mais les types sont souvent mal définis et il y aurait lieu de revoir ce groupe où règne la plus grande confusion au point de vue systématique.

Dans le Carbonifère de la zone interne des Alpes, elles semblent ne pas exister au Westphalien inférieur; elles n'apparaissent que dans des assises supérieures que l'on peut attribuer au sommet du Westphalien D ou au Stéphalien inférieur. Elles ne sont jamais aussi abondantes que dans les bassins stéphaniens de la zone externe ou ceux du Massif Central.

CORDAITES (DORYCORDAITES) affinis GRAND'EURY

Pl. LV, fig. 3

La feuille est lancéolée, à sommet aigu. Le limbe, très mince, ne montre pas distinctement la nervation qui semble très fine.

Gisement :

Chalet des Râteaux (Maurienne).

Ch. PUSSENOT (1930) cite d'après des déterminations de R. ZEILLER :

Cordaïtes borassifolius STERNBERG. Aux Encombres, Crête de la Tempête, Petit Saint-Bernard.

Cordaïtes cf. *borassifolius* STERNBERG. Les Encombres.

Cordaïtes principalis. GERM. Petit Saint-Bernard.

Cordaïtes microstachys. Crête de la Tempête, Petit Saint-Bernard

Cordaïtes sp. Les Encombres, Petit Saint-Bernard.

Dorycordaïtes GRAND'EURY. Petit Saint-Bernard (?).

Cordaianthus sp. Les Encombres.

TROISIÈME PARTIE

I. Description

LAMBEAUX CARBONIFERES AU SUD DE BRIANÇON

I. — LAMBEAU DE SAINT-CRÉPIN

Les Achards (hameau)

Situation du gîte : $x = 937,2$; $y = 275,1$; $z = + 960$ (1).

Le gîte fossilifère est situé à une centaine de mètres au SW du hameau des Achards. En bordure d'un chemin montant on voit un mauvais affleurement charbonneux qui correspond peut-être à une très ancienne recherche minière.

Neuropteris linguaeifolia P. B.

Neuropteris obliqua BRGT. (= *Mixoneura* cf. *Deflinei* des anciennes déterminations).

Sphenopteris schatzlarensis STUR.

Lepidophyllum lanceolatum LIND. et HUTT.

Sigillariaephyllum.

J. DEBELMAS (1955) signale à Chanteloube au N de la falaise de Chaloup :

Calamites Cisti

Calamites Suckowi

Sphenopteris sp.

Asterophyllites sp.

II. — COL DE TRAMOUILLON (Massif de Gaulent)

La position tectonique du terrain houiller du Col de Tramouillon a été précisée grâce aux études de J. DEBELMAS (1954-1955). Il était primitivement interprété par M. GIGNOUX et

(1) Coordonnées prises dans la carte au 1/50 000 de l'I. G. N., feuille de Guillestre.

L. MORET (1938) comme étant le noyau d'un anticlinal de nappe. J. DEBELMAS a clairement démontré qu'il ne venait pas de dessous, mais qu'il faisait partie d'un repli frontal de la nappe de Champcella. M. GIGNOUX et L. MORET y avaient signalé des empreintes de *Lepidodendron* et de *Calamites*. J. DEBELMAS (1951 et 1955) y fait une abondante récolte de fossiles qui, d'après les déterminations de P. CORSIN comprendrait :

Sigillaria Brardi BRGT.
Neuropteris pseudo-Blissi POT.
Mixoneura sp. (très voisin de *M. Neuropteroides* GOEP.)
Sphenophyllum longifolium GERM.
Sphenopteris Picandeti ZEIL.
Rhacopteris sp. (cf. *Courtini* ZEIL.)
Mixoneura sp. (= *N. heterophylla* ZEIL.)
Calamites Suckowi BRGT.
Asterophyllites grandis STERNB.
Sigillariaephyllum sp.
Cordaïtes sp.
Stigmara ficioides BRGT.
Aulacopteris sp.

Les quatre premières espèces ont fait conclure que le terrain houiller de Tramouillon appartient au Stéphanien moyen, sinon supérieur.

D'après les indications de J. DEBELMAS, je suis allé à plusieurs reprises au Col de Tramouillon où j'ai relevé la coupe suivante (Fig. 33).

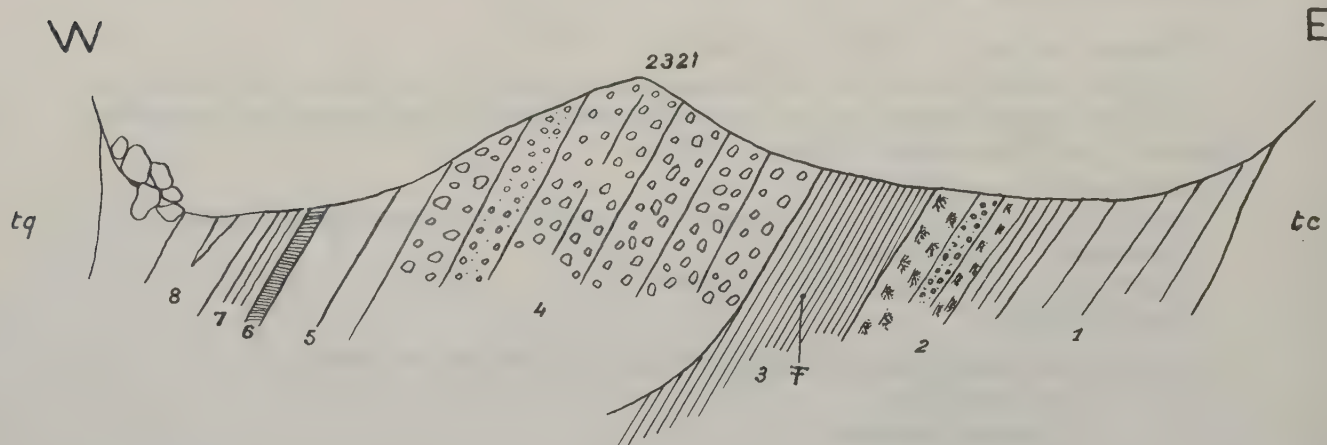


FIGURE 29
 Coupe schématique du col de Tramouillon

1. Schistes gréseux, très micacés.
2. Série comprenant des schistes noirs, des grès schisteux.

Au sommet, sol de végétation vraisemblablement surmonté par une couche de charbon. La couche n'est pas visible, mais on peut observer de nombreux indices (fumées). La série n'est donc pas renversée.

3. Schistes noirs, fins, à plantes.

DESCRIPTION

4. Conglomérats et grès très grossiers avec lentilles de schistes. Ces conglomérats forment la butte du point coté 2 321.

Ces conglomérats, très grossiers, ravinent les séries sous-jacentes. Leurs galets sont bien roulés et peuvent atteindre une très grande taille (30 cm de diamètre). Ils sont constitués soit par des gneiss, des phyllites, du quartz, des grès et schistes noirs houillers. Certains galets de schiste montrent encore des traces végétales.

5. Grès mal stratifiés.
6. Schistes gréseux. La schistosité n'est pas conforme à la stratification.
7. Grès verts, puis grès rouges et verts en plaquettes.
8. Grès avec lentilles de schistes noirs. Le passage supérieur est masqué par des éboulis du Trias.

Dans les schistes situés sous les conglomérats (N° 3 de la coupe précédente) j'ai récolté les espèces suivantes :

Neuropteris linguaefolia P. B. en grande abondance (voir Pl. XVIII, fig. 2-2a).
Alethopteris Serli BRGT. (Pl. XIV, fig. 1 et 1a).
Lepidophloios laricinius STERNB.
Lepidodendron obovatum STERNB.
Calamites suckowi BRGT.
Sigillariaephyllum sp.
Lepidophyllum lanceolatum LIND. HUTT.
Sigillariostrobus sp. ou *Lepidostrobus*.

Ces espèces sont celles que l'on trouve communément dans le Briançonnais dans les assises rapportées au Westphalien C.

III. — L'ARGENTIÈRE

Déblais de la Galerie Sainte-Anne.

Coordonnées de l'orifice : $x = 933$; $y = 284,3$; $z = 1\ 020$ env.

Neuropteris linguaefolia P. B.
Sigillaria sp.
Calamites Cisti BRGT.

Ch. PUSSENOT (1930 et 1938) avait signalé d'après des déterminations de R. ZEILLER :

A l'Argentière

Mariopteris latifolia BRGT. (voir remarque au sujet de *M. grandepinnata*).
Neuropteris Schlehani STERNB.
Neuropteris gigantea STERNB.
Sphenopteris schatzlarensis STUR.
Dactylothea plumosa ARTIS.
Lepidodendron sp.
Calamites sp.
Lepidophyllum lanceolatum LIND. et HUTT.

A Peyre Tailla

(2 km au Sud de l'Argentière, sur la rive droite de la Durance) :

Neuropteris Schlehani STUR.
Diplotmema schatzlarensis STUR.
Dactylothea plumosa ARTIS.
Mariopteris latifolia BRGT.
Asterophyllites grandis STERNB.

Les *Neuropteris Schlehani* sont très douteux du fait du voisinage du *N. gigantea* (= *N. linguaefolia* P. B.) et, comme j'ai pu le constater dans d'autres gisements où cette association avait été signalée également par Ch. PUSSENOT, il s'agissait en réalité de *Neuropteris obliqua*.

MASSIF DE PEYRE - EYRAUTE**Chalets de l'Oriou de Queyrières**

Lepidodendron obovatum STERNB.

Riou de l'Ubac

$z = 1\ 440$.

Neuropteris linguaefolia P. B.

Torrent de Queyrières

$x = 936$; $y = 289,5$; $z = 1\ 350$ (1).

Sphenopteris cf. *schatzlarensis* STUR.
Neuropteris linguaefolia P. B.
 cf. *Linopteris neuropteroides*.
Corynepteris Essinghi ANDRAE.
Sphenopteris quadridactylites GUTB.
Mariopteris sp.
Neuropteris obliqua BRGT.

P. CORSIN (1950) y a cité *Mixoneura* cf. *sarana*. Il s'agit en réalité du *N. obliqua*.

Ce gisement est intéressant du fait de la proximité du Verrucano. En cet endroit, on peut observer une discordance angulaire entre le Houiller et le Verrucano (R. FEYS, C. GREBER, 1949).

(1) Coordonnées à partir de la carte au 1/50 000 de l'I.G.N., feuille de Briançon (ainsi que les suivantes).

DESCRIPTION

Saint-Martin-de-Queyrières

(sans plus de précision) d'après Ch. PUSSENOT (1930) :

Calamites Cisti BRGT.

Calamites undulatus STERNB.

Rocher de la Verne (fig. 34)

$x = 936,5$; $y = 292,9$; $z = 1\ 200$ env.

Au sud du hameau du Villaret à côté des roches éruptives qui constituent le rocher de la Verne.

Ce gîte a fourni en très grande abondance :

Neuropteris linguaefolia P. B.

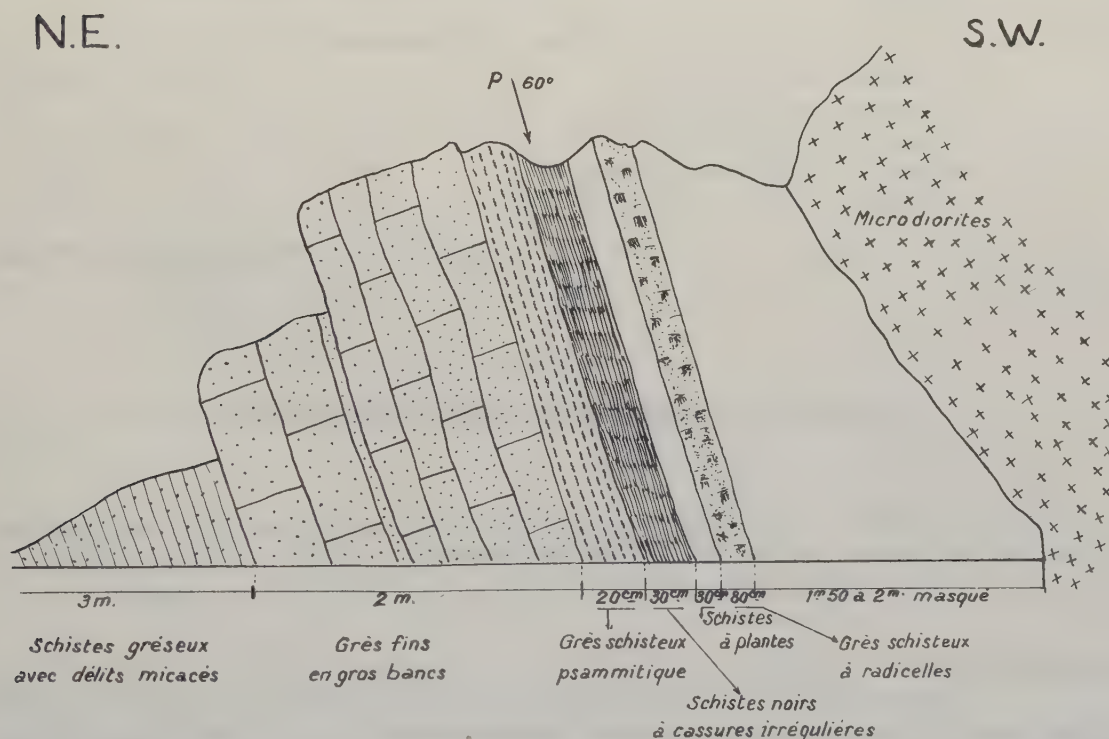


FIGURE 30

Coupe schématique des environs du gîte fossilifère du rocher de la Verne

Nous n'avons pas trouvé d'autres gîtes fossilifères dans le Massif de Peyre-Eyraute. Ceci est dû au fait que ce massif est recouvert par une épaisse forêt de mélèzes, et que seules affleurent quelques falaises de grès houillers. Les nombreuses galeries paysannes creusées dans le terrain houiller suivent les couches en direction et leurs déblais sont peu importants.

Tout au plus avons-nous observé, çà et là, des troncs de Sigillaires cannelées, des *Stigmaria*, des *Calamites*.

F. BLANCHET, L. MORET et E. ROCH (1923) ont cité d'après des déterminations de P. BERTRAND :

Torrent de Saint-Sébastien près de Saint-Martin-de-Queyrières :

Calamites Cisti Suckowi

Lepidodendron

Sigillaria sp.

Neuropteris aff. *pseudo-gigantea* (probablement = *N. linguaeifolia*).

Bois de Ayes

Calamites

Pecopteris

P. CORSIN (1950) cite en provenance de Villard-Saint-Pancrace (1) :

Neuropteris rarinervis ZEIL.

Mariopteris rotundata HUTH.

Alethopteris lonchitifolia P. B.

Pecopteris cf. *polymorpha* BRGT.

Sphenophyllum myriophyllum CREPIN.

Les collections du Musée de Gap contiennent un *Alethopteris Serli* provenant de Villard-Saint-Pancrace.

PLAINE DE LA DURANCE AU SUD DE BRIANÇON

Le terrain houiller y est recouvert par les alluvions de la Durance et il n'apparaît que sous la forme de quelques pointements rocheux constitués par des grès. Cependant, des travaux souterrains y ont reconnu le Carbonifère et la plaine a fait l'objet de deux concessions.

Mine de la Tour

Les listes de fossiles de Ch. PUSSENOT (1930) et de P. CORSIN (1950) font mention d'échantillons provenant des Mines de la Tour. Cette exploitation est arrêtée depuis 1921; les travaux sont maintenant inaccessibles.

Les déblais sont très altérés et on ne peut plus y faire de récoltes intéressantes.

(1) Ces échantillons proviennent sans doute des mines de la Tour qui sont situées sur le territoire de cette commune.

DESCRIPTION

Liste de Ch. PUSSENOT (détermination de R. ZEILLER) :

Sphenopteris Frenzli STUR (1).
Corynepteris Sternbergi ANDRAE.
Hymenophyllites quadridactylites GUTB.
Pecopteris cf. *Schwerini* STUR.
Mariopteris latifolia BRGT.
Asterophyllites grandis STERNB.
Lepidodendron sp.
Lepidophyllum lanceoltun LIND. et HUTT.
Stigmaria ficoides STERNB.
Pecopteris plumosa dentata ARTIS.

D'après P. CORSIN, 1950 :

Pecopteris plumosa dentata ARTIS.
Diploptomena schatzlarensis STUR.
Sphenopteris Essinghi ANDRAE.

Rocher du Clos

Dans les déblais de la galerie ouverte à 200 m au Nord du Rocher du Clos (orifice de la galerie : $x = 930,3$; $y = 294,9$) :

Sphenophyllum myriophyllum CREP.
Calamites Suckowi BRGT.
Neuropteris attenuata LIND. et HUTT.
Pecopteris plumosa dentata ARTIS.
Pecopteris sp.
Pecopteris cf. *polymorpha* (douteux).

Ces déblais ont été depuis utilisés pour des travaux de terrassement.

MASSIF DU PROREL

La plupart des fossiles végétaux venant du Massif du Prorel ont été récoltés dans un secteur compris entre Puy-Saint-Pierre et Puy-Saint-André, au Sud du massif.

La raison en est simple : le terrain houiller est découvert et dans cette région un grand nombre de recherches minières ont été entreprises, tandis que le flanc Nord du Prorel est occupé par une épaisse forêt de mélèzes.

(1) Cet échantillon est conservé dans les collections de l'Ecole des Mines de Paris; il est représenté Pl. XXXVIII, fig. 5 et 5a.

Mines de la Combarine

Dans les déblais, nous avons observé :

Neuropteris linguaeifolia P. B.
Neuropteris obliqua BRGT.
Calamites Cisti BRGT.
Lepidophloios laricinius STERNB.

Echantillons du Musée de Gap provenant de la Combarine :

Neuropteris linguaeifolia P. B.
Alethopteris Serli BRGT.
Alethopteris lonchitifolia P. B.

Liste de P. CORSIN (1950) :

Mariopteris rotundata HUTH.
Alethopteris Friedeli P. B.
Alethopteris lonchitifolia P. B.
Pecopteris cf. *avoldensis* STUR.
Neuropteris linguaeifolia P. B.
Diplotmema schatzlarensse STUR.
Mariopteris latifolia BRGT.
Neuropteris Schlehani STUR.
Neuropteris gigantea STERNB.
Calamites Suckowi BRGT.
Asterophyllites grandis STERNB.
Lepidodendron lycopodioides
Lepidodendron turbinatum BRGT.
Lepidodendron sp.
Lepidodendron lanceolatum LIND. et HUTT.
Sigillaria cf. *tesselata* BRGT.
Sigillaria elongata BRGT. (BRGT. det.)
Sigillaria cf. *mamillaris* BRGT.
Sigillaria Brardi BRGT. (BRGT. det.)
Sigillaria striata BRGT. (BRGT. det.)
Sigillaria sp.
Stigmara ficoides STERNB.

J'ai vu également au Muséum d'Histoire Naturelle de Paris, éch. 4290, provenance La Combarine, étiqueté sous le nom de *Sigillaria Serli* : *Lepidophloios laricinius* STERNBERG.

La liste de Ch. PUSSENOT appelle deux remarques : le *Neuropteris Schlehani* n'a pas été retrouvé dans ce secteur. Je pense qu'il s'agit en réalité du *Neuropteris obliqua*.

Sigillaria Brardi

Cette espèce stéphanienne a été déterminée par A. BRONGNIART. Je pense qu'il s'agit de *Sigillaria elegans*. La confusion entre ces deux espèces est courante chez cet auteur. Il a en effet décrit sous le nom de *Sigillaria elegans* des structures de *Sigillaria Brardi* provenant du Bassin d'Autun. D'autre part, il cite également à tort *Sigillaria Brardi* au Col de Buffère (voir p. 137).

Chamandrin

Les anciens auteurs ont cité des échantillons comme provenant de la localité de Chamandrin. Je suppose qu'il s'agit de fossiles provenant des anciens travaux effectués dans la concession qui porte ce nom. Ces travaux sont abandonnés depuis la fin du siècle dernier et il n'a pas été découvert de nouvelles empreintes dans ce secteur.

Ch. PUSSENOT cite (détermination de R. ZEILLER) :

Hymenophyllites quadridactylites GUTB.
Diplotmema schatzlarensse STUR.
Calamites ramosus ARTIS.
Phyllothea Rallii ZEIL.
Lepidophyllum lanceolatum LIND et HUTT.
Sigillaria sp.
Stigmara ficoides STERNB.

In P. CORSIN (1950) :

Pecopteris pennaeformis BRGT.

Puy Richard

Il s'agit vraisemblablement de la concession et non du hameau.

In Ch. PUSSENOT (1930). Détermination de R. ZEILLER, sauf mention spéciale :

Sphenopteris obtusiloba BRGT.
Sphenopteris macilenta LIND et HUTT.
Sphenopteris cf. *coralloides* cf. *grypophylla* GOEP.
Alloiopteris Essinghi ANDRAE.
Hymenophyllites quadridactylites BRGT.
Diplotmema schatzlarensse STUR. (1)
Pecopteris pennaeformis BRGT.
Dactylothea (pecopteris) plumosa ARTIS.
Mariopteris latifolia BRGT.
Neuropteris Schlehani STUR.
Calamites suckowi BRGT.
Calamites Cisti BRGT. (BRGT. det.)
Calamites ramosus ARTIS.
Asterophyllites grandis STERNB.
Phyllothea Rallii ZEIL.
Lepidodendron lycopodioides STERNB.
Lepidodendron ornatisimum STERNB. (BRGT. det.).
Lepidodendron crenatum STERNB. (BRGT. det.)
Lepidodendron sp.
Lepidoploios laricius STERNB.
Lepidophyllum lineare BRGT. (BRGT. det.)
Lepidophyllum lanceolatum LIND. et HUTT.
Sigillaria schlotheimiana BRGT. (BRGT. det.)

(1) Echantillon de l'Ecole des Mines de Paris (fig. 4 et 4a, Pl. XXXV).

Sigillaria tessellata BRGT. (BRGT. det.)
Sigillaria notata (BRGT. det.)
Sigillaria sp.
Stigmaria ficoides STERNB.

In P. CORSIN (1950) :

Mariopteris rotundata HUTH.
Mariopteris sarana HUTH.
Alethopteris Friedeli P. B.
Pecopteris pennaeformis BRGT.
Pecopteris cf. *micromiltoni* P. B.
Diplotmema schatzlarensse STUR.
Sphenopteris Essinghi ANDRAE.

Puy Saint-André

In P. CORSIN (1950) :

Sphenophyllum myriophyllum CREPIN.

Echantillons provenant du Massif du Prorel, cités sous un nom de provenance imprécis.

Notre-Dame-des-Neiges (1)

Commune de Puy-Saint-Pierre.

O. HEER cite et représente sous le nom de :

Sigillaria tessellata BRONGNIART

un échantillon qui, d'après la figure, pourrait se rapporter à *S. elegans* ou à une espèce voisine.

Notre-Dame-des-Neiges (1)

Echantillon du Muséum d'Histoire Naturelle de Paris, n° 4317, don de Scipion GRAS, étiqueté sous le nom de *Sphenopteris latifolia* BRONGNIART.

Il s'agit d'un *Mariopteris* cf. *grandepinnata* HUTH.

Flanc Nord du Massif du Prorel

Le Rocher Noir ($x = 936,5$; $y = 299,22$; $z = 1\,640$ env.) :

Pecopteris plumosa dentata ARTIS.
Neuropteris sp.
Lepidophyllum lanceolatum LIND. et HUTT.
Lepidophloios laricinius STERNB.
Sigillaria sp. (Sigillaire cannelée).

(1) La chapelle de Notre-Dame-des-Neiges est construite sur du Crétacé. Il s'agit donc vraisemblablement du terrain houiller qui affleure sous la falaise.

RIVE GAUCHE DE LA GUISE

Ce secteur est très important du point de vue stratigraphique : c'est là que, pour la première fois il a été possible de caractériser, grâce aux plantes, un certain nombre d'assises du Westphalien (R. FEYS, 1952; C. GREBER, 1952). Depuis la publication des premiers résultats, de nouvelles récoltes de fossiles sont venues les compléter et les confirmer.

Gardéoles ou rocher des Gardéolles (1)

($x = 935,3$; $y = 302,1$; $z = 1\,510$ env.)

Ces échantillons proviennent des déblais des anciens travaux de la concession des Gardéolles, à proximité des premiers lacets de la route stratégique du Granon.

Pecopteris plumosa dentata ARTIS.

Neuropteris linguaeifolia P. B.

W. KILIAN et J. REVIL (1908, p. 111) citent, d'après des déterminations de R. ZEILLER, en provenance des mines de la Gardéole (ou les Gardéolles ou Gardiolles) près Briançon. Il est sans doute question sinon des mêmes affleurements, du moins de la concession portant ce nom.

Sphenopteris Essinghi ANDRAE.

Sphenopteris sp. (cf. *Renaultia Crepini* STUR. sp. = *Hapalopteris Crepini* STURN.).

A ce sujet, R. ZEILLER écrivait à W. KILIAN et J. REVIL (1908) :

« Le *Sphenopteris Essinghi* est une espèce essentiellement westphalienne : dans le Nord, je ne l'ai vue que dans la zone moyenne, mais M. CRESPIN l'a recueillie au Levant du Flenu, dans la zone à *Linopteris obliqua*.

L'autre *Sphenopteris*, trop imparfaitement conservé pour être susceptible d'une détermination sûre, ressemble extrêmement à certains *Sphenopteris* westphaliens décrits par STUR, et, en particulier, à son *Hapalopteris Crepini* STUR.

Je n'hésiterai pas à classer les couches d'où proviennent ces empreintes dans le Westphalien plutôt que dans le Stéphanien inférieur. »

Ch. PUSSENOT (1936) reprend la liste de W. KILIAN et J. REVIL, en lui ajoutant, sur de nouvelles déterminations de R. ZEILLER :

Hymenophyllites quadridactyles GUTB.

Calamites Suckowi BRGT.

Asterophyllites grandis STERNB.

Lepidodendron lycopodioides STERNB.

Lepidophloios laricinius STERNB.

Sigillaria cf. *ornata* BRGT.

Stigmaria ficoides STERNB.

On trouve également la citation de *Sphenopteris Hoeninghausi* en provenance des Gardéoles, mais cela me paraît douteux.

(1) Les termes : Gardéolles, Gardéoles, La Gardéole, ou encore Les Gardioles, sont très fréquents dans la toponymie du pays et peuvent avoir donné lieu à des confusions de provenance pour certains échantillons des anciennes listes.

Les Rochas

$x = 932$; $y = 304$; $z = 1\ 800$ env.

Sur la rive droite du torrent du Rocher Noir près des Chalets des Rochas :

Neuropteris Schlehani STUR.

Mariopteris acuta BRGT.

Torrent de Roche Noire

$x = 932,35$; $y = 304,70$; $z = 1\ 700$ env.

Neuropteris Schlehani STUR.

Mariopteris acuta BRGT.

D'après L. MORET (1923, p. 31) dans les gisements voisins des précédents, Puy Chirouzan, dans le torrent de la Salle :

Calamites sp.

Pecopteris.

Puy Freyssinet

Stigmaria ficoides STERNB.

Sigillaria du groupe *mamillaris*.

Serre Babin

Sphenopteris neuropteroides BOULAY.

Entre le torrent de Roche Noire et le Rochas :

Calamites Suckowi BRGT.

Lepidodendron (du groupe *Jaraczewski aculeatum*)

Sigillaria

Mixoneura (cf. *Mix. subcrenulata* ROST.)

Cette dernière détermination me paraît douteuse : cette espèce apparaît tardivement au Stéphanien alors que le reste de la flore indique nettement un âge westphalien.

Pierre Grosse (Galerie Bouchard)

$x = 932,3$; $y = 305$; $z = 1765$.

Pecopteris pennaeformis BRGT.

Col de Buffère (Torrent du Gros Rif)

$x = 932,1$; $y = 305,2$; $z = 1800$ env.

Lepidophloios laricinius

DESCRIPTION

In Ch. PUSSENOT (1930) (R. ZEILLER det.).

Alloiopteris (Corynepteris) Essinghi ANDRAE.

Stigmaria ficoides STERNB.

Les listes des anciens auteurs (de Ch. LORY à Ch. PUSSENOT, 1930) comprennent depuis Scipion GRAS *Sigillaria Brardi* BRGT. qui aurait été trouvé au Col de Buffère. Il s'agit très vraisemblablement de l'échantillon conservé dans les collections du Muséum d'Histoire Naturelle de Paris qui porte les indications suivantes :

N° 4299. Col de Buffère.

Sigillaria Brardi BRONGNIART.

Don de Scipion GRAS.

Cette détermination est fautive; il s'agit de *Sigillaria elegans* ou d'une sigillaire très voisine, mais certainement pas de *Sigillaria Brardi* tel que nous avons coutume de l'observer dans les terrains stéphaniens.

Il semble bien que A. BRONGNIART n'ait pas su départager ces deux espèces puisqu'il a décrit, sous le nom de *Sigillaria elegans* des structures internes de *Sigillaria Brardi* provenant du bassin d'Autun.

Dans la liste de W. KILIAN et J. REVIL (1908), on trouve également cité :

Odontopteris obtusa BRGT.

qui est une espèce stéphaniennne, mais étant donné la confusion précédente, je pense qu'il s'agit également d'une erreur de détermination.

Puy Freyssinet

$x = 931,6$; $y = 305,5$; $z = 1900$ env.

Pecopteris pennaeformis BRGT.

Calamites Cisti BRGT.

Ravin de La Moulette

$x = 929,90$; $y = 305,8$; $z = 1550$.

Neuropteris linguaeifolia P. B.

Sphenopteris quadridactylites GUTB.

Mariopteris rotundata P. CORSIN non HUTH.

Asterophyllites charaeformis STERNB. (1).

Le Monestier

P. CORSIN (1950) a cité, sans préciser davantage, la provenance des échantillons :

Mariopteris rotundata HUTH.

Neuropteris linguaeifolia P. B.

(1) Dans ma publication sur la Rive Gauche de la Guisane (C. GREBER, 1952), j'ai rapporté par erreur ces échantillons à des rameaux de *Bothrodendron*.

Torrent de Saint-Joseph

$x = 929$; $x = 307,3$.

Les échantillons ont été trouvés dans les alluvions du torrent. Il ne s'agit pas d'un véritable gîte fossilifère :

Neuropteris Schlehani STUR.

Asterophyllites charaeformis STERNB.

Mariopteris sp.

Maison Forestière sur le chemin montant aux Mines de la Benoite

$x = 929,1$; $y = 306,9$.

Neuropteris linguaeifolia P. B.

Puy Chevallier

In Ch. PUSSENOT (1930) (R. ZEILLER det.)

Sphenopteris trifoliata BRGT.

Mariopteris latifolia BRGT.

Neuropteris Schlehani STUR.

Asterophyllites STERNB.

Stigmaria ficoides STERNB.

La provenance de ces échantillons est assez imprécise et je n'ai pu retrouver ce gisement.

Crête du Grand Vallon

$x = 929,1$; $y = 308,7$; $z = 2585$ env.

Mariopteris acuta

Discopteris Stockmansi nov. sp. (abondant)

Pecopteris plumosa var. *delicatula*

Lepidophloios laricinius STERNB.

Sphenopteris gracilis BRGT.

Sous ce gisement sur la face Nord de la Crête, vers 2500 m :

Lepidophloios laricinius STERNB.

Sigillaria sp.

Vers 2450 :

Sigillaria cf. *cancriformis* WEISS.

$x = 928,7$; $y = 308,8$; $z = 2430$.

Sphenopteris Dubuissoni BRGT.

DESCRIPTION

Près du sommet de Châtelard :

$x = 929$; $y = 309,8$; $z = 2750$ env.

Neuropteris Schlehani STUR.

SECTEUR DE LA BENOITE

Mine de la Benoite

$x = 930,2$; $y = 307,6$; $z = 2\ 200$.

Pecopteris plumosa dentata ARTIS.

Lepidophloios laricinius STERNB.

Mariopteris.

Crête de la Benoite

1) $x = 929,9$; $y = 308,5$; $z = 2\ 410$.

Sigillaria polyploca BOULAY.

2) $x = 929,7$; $y = 306,8$; $z = 2\ 680$.

Neuropteris Schlehani STUR. (très abondant).

Pecopteris plumosa dentata ARTIS.

Lepidodendron sp.

Lepidostrobus variabilis LINDLEY et HUTTON.

Sphenopteris sp.

Asterophyllites grandis STERNB.

3) $x = 929,5$; $y = 309,2$; $z = 2\ 810$ environ.

Neuropteris Schlehani STUR. (très abondant).

Lepidophloios laricinius STERNB.

Pecopteris plumosa dentata ARTIS.

Asterophyllites grandis STERNB.

Sigillaria polyploca BOULAY.

Lepidophyllum lanceolatum LIND. et HUTT.

Sigillaria sp.

4) $x = 929,9$; $y = 308,4$; $z = 2\ 800$.

Neuropteris Schlehani STUR (très abondant).

Asterophyllites grandis STERNB.

Lepidophyllum lanceolatum LIND. et HUTT.

5) Chemin allant de la Benoite au Chardonnet.

$x = 929,1$; $y = 306,8$; $z = 2\ 220$.

Neuropteris Schlehani STUR.

6) *Chemin des Chasseurs (flanc Nord des Aiguillers).*

$x = 927,6; y = 309,7; z = 2\,480.$

Pecopteris pennaeformis BRGT.

Mariopteris grandepinnata HUTH.

COL DU CHARDONNET

Les anciens auteurs ont souvent cité le Col du Chardonnet comme point fossilifère. C'est une des localités, avec Petit Cœur, où ont été découverts les premiers fossiles du terrain anthracifère des Alpes. A regarder les anciennes listes de fossiles, on a l'impression d'une flore très mélangée; on y voit voisiner des espèces du Westphalien inférieur et du Westphalien supérieur.

Cette impression est due au fait que les fossiles proviennent d'une région assez vaste où plusieurs étages sont représentés, d'où la nécessité de localiser de façon précise les gîtes fossilifères (voir la carte p. 142).

1) $x = 927,6; y = 311,7; z = 2\,680.$

Sigillaria polyploca BOULAY.

2) $x = 927,5; y = 311,7; z = 2\,600.$

Sphenopteris schatzlarensis STUR.

Mariopteris sp. SCHLOT.

3) $x = 927,6; y = 311,6; z = 2\,680.$

Mariopteris acuta BRGT.

Mariopteris

4) A l'Ouest du Col, sentier des Chasseurs.

$x = 927,5; y = 311,1; z = 2\,630.$

Sphenopteris fragilis BRGT.

5) Fond du Vallon à l'Ouest du Col - en éboulis.

Sphenopteris gracilis BRGT.

Lepidodendron obovatum STERNB.

6) $x = 927,2; y = 310,7; z = 2\,600$ env.

Neuropteris gardeolensis nov. sp.

Crête du Châtelard

$x = 929,31; y = 310,40; z = 2\,530.$

Sigillaria elegans STERNB.

DESCRIPTION

Près du sommet du Châtelard

$x = 929$; $y = 309,8$; $z = 2\,750$ m.

Neuropteris Schlehani STUR (abondant).

Vallon du Chardonnet

$x = 928,6$; $y = 310,7$; $z = 2\,530$.

Neuropteris linguaefolia P. B.

Chardonnet

$x = 928,4$; $y = 311,1$; $z = 2\,476$.

Corynepteris angustissima (= *C. Sternbergi*).

Calamites sp.

Près du Col du Chardonnet, à 200 m au pied de l'Aiguillette côté Est. (Echantillons de l'Ecole des Mines de Paris).

Rhodea moravica STUR.

Pecopteris plumosa dentata ARTIS.

Mariopteris acuta BRGT.

Lepidophyllum lanceolatum LIND. et HUTT.

Les Chalanches

$x = 926,8$; $y = 311,8$; $z = 2\,200$ env.

Neuropteris linguaefolia P. B.

Le Chardonnet

In Ch. PUSSENOT (1930) (R. ZEILLER det.)

Alliopteris Essinghi ANDREA.

Hymenophyllites quadridactylites GUTB.

Crossotheca schatzlarensis STUR.

Diplotmema schatzlarensis STUR.

Dactylothea plumosa ARTIS.

Mariopteris latifolia BRGT.

Alethopteris decurrens ARTIS

Neuropteris Schlehani STURN.

Calamites Cisti BRGT.

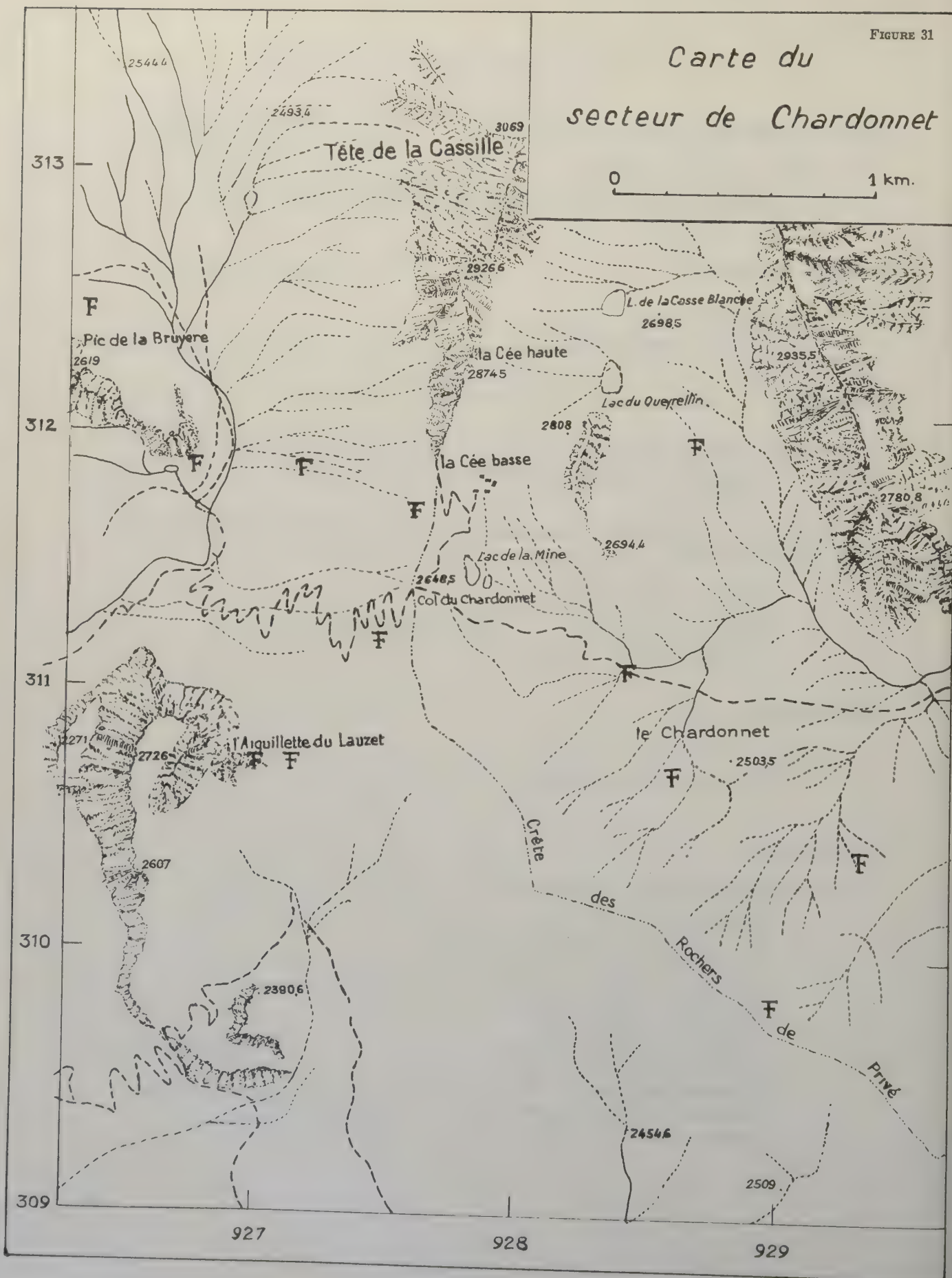
Calamites undulatus STERNB.

Calamites sp.

FIGURE 31

Carte du secteur de Chardonnet

0 1 km.



DESCRIPTION

Asterophyllites grandis STERNB.
Lepidodendron lycopodioides ZEIL.
Lepidophloios laricinius STERNB.
Sigillaria cf. *reticulata* LESQ.
Sigillaria sp. (*Rhytidolepis*)
Stigmara *ficoides* STERNB.

A. BRONGNIARD det.

Calamites approximatus STERNB.
Calamites cannaeformis SCHLOT.
Lepidodendron ornatissimum STERNB.
Lepidodendron crenatum STERNB.

F. GRAND'EURY a cité :

Sphenopteris subobtusiloba Gd'EU.

D'après P. CORSIN (1950).

Alethopteris Friedeli P. B.
Pecopteris plumosa dentata ARTIS.
Pecopteris polymorpha BRGT.
Pecopteris cf. *pennaeformis* BRGT.
Sphenopteris Essinghi ANDRAE.
Sphenopteris quadridactylites GUT.
Sphenopteris pecopteroides KIDSTON.
Mariopteris sp.

Vallon de la Casse blanche, flanc ouest du Queyrellin

$x = 928,65$; $y = 311,90$.

Calamites sp.
Mariopteris acuta BRGT.

Ponsonnière - Cabane des Bergers

$x = 926,3$; $y = 312,4$; $z = 2\ 440$.

Sphenopteris Hoeninghausi BRGT.

Col de la Ponsonnière

In Ch. PUSSENOT (1930) (R. ZEILLER det.)

Sphenopteris (*Corynepteris*) *coralloides*.
Alethopteris (*Corynepteris*) *Essingi* ANDRAE.

VALLÉE DE NÉVACHE

RIVE DROITE DE LA CLARÉE

Crête de la Grande Cime

$x = 936,35$; $y = 308,95$; $z = 2\,400$.

Neuropteris Schlehani STUR (très abondant).

Mariopteris acuta BRGT.

Mariopteris laciniata POT.

Pecopteris cf. *aspera* BRGT.

Pecopteris plumosa dentata ARTIS.

Lepidophyllum sp.

Calamites sp.

En éboulis dans ce gisement :

Sigillaria polyploca BOULAY.

$x = 936,3$; $y = 308,7$; $z = 2\,479$.

Pecopteris cf. *aspera* BRGT.

Nombreux rachis épineux.

Ces gisements sont situés à proximité du Verrucano.

Crête de Pasquier - Flanc Nord

$x = 937$; $y = 305,6$; $z =$ vers $2\,600$.

Lepidodendron obovatum STERNB.

Pecopteris plumosa dentata ARTIS.

Sphenopteris sp.

Pecopteris cf. *aspera* BRGT.

Asterophyllites grandis STERNB.

Mariopteris lacinata POT.

Rhodea sparsa KIDSTON.

Rhodea sp. type 1.

Rhodea sp. type 2.

Rhodea sp. type 3.

Croix des Gardéoles - Flanc Est

$x = 936,2$; $y = 306,5$; $z = 2\,600$.

Neuropteris gardeolensis nov. sp. (très abondant).

DESCRIPTION

Lepidodendron obovatum STERNB.
Mariopteris cf. *acuta* BRGT.
Mariopteris.

$x = 936,2$; $y = 306,7$; z entre 2 650 et 2 700.

Neuropteris gardeolensis nov. sp.
Mariopteris sp.
Lepidophloios laricinius STERNB.
Pecopteris plumosa dentata ARTIS.

En éboulis : Crête au N de la Croix des Gardéoles allant au Pic du Longet

Pecopteris cf. *pennaeformis* BRGT.

Eperon Rambert

1) Sous la dernière masse de microdiorites.
Neuropteris linguaeifolia P. B.

Au contact du Verrucano

$x = 932,45$; $y = 308,3$; $z = 2\,400$ à $2\,450$.
Neuropteris obliqua BRGT. (abondant).
Calamites Cisti BRGT.
Lepidophyllum lanceolatum LIND. et HUTT.

Rambert

In Ch. PUSSENOT (1930). R. ZEILLER det.
Calamites Cisti BRGT.
Neuropteris Schlehani STUR. (1)
Lepidophyllum lanceolatum LIND. et HUTT.

Crête de la Casse Blanche

$x = 928,5$; $y = 313$; $z = 2\,870$.
Sigillaria elegans BRGT.
Lepidophloios laricinius STERNB.

(1) Je n'ai pas retrouvé de *Neuropteris Schlehani* à l'Eperon Rambert; je suppose qu'il s'agit en réalité du *N. obliqua* que j'y ai trouvé en abondance.

RIVE GAUCHE DE LA CLARÉE

Crête de la Guyeta, vers 2604 m

Lepidodendron obovatum STERNB.
Lepidodendron lycopodioides STERNB.

Crête des Gardéoles

$x = 933,4$; $y = 315$; $z = 2\ 850$.

Sphenopteris sp.
Calamites sp.

Crête de la Cula

$x = 933$; $y = 316$; $z = 2\ 900$.

Lepidostrobus sp.
Lepidophloios laricinius STERNB.
Sphenopteris sp.

La Cula

Ch. PUSSENOT (1930) (R. ZEILLER det.)
Mariopteris latifolia BRGT.

Chemin de la Crête des Muandes

$x = 930,2$; $y = 316,3$; $z = 2\ 560$.

Très nombreux *Mariopteris rotundata* HUTH.
Sigillariaephyllum.

Crête des Muandes - Col avant La Grande Tempête

$x = 931,95$; $y = 317,25$; $z = 2\ 900$.

Neuropteris sp.
Lepidophyllum lanceolatum LIND. et HUTT.

Extrémité du Chemin des Muandes, point coté 2747

Corynepteris Essinghi ANDRAE.

DESCRIPTION

En éboulis, sous les rochers de l'Aquila

Lepidodendron obovatum STERNB.

En éboulis, Crête des Muandes au-dessus du Lac Long

Sigillaria polyploca BOULAY.

Lepidophyllum.

Sous le sommet de la Grande Tempête, vers 2970 m

Lepidophyllum sp.

Sigillariaephyllum.

Chemin du Lac Long

$x = 929,1$; $y = 316,45$; $z = 2\ 350$.

Mariopteris sp.

Sphenopteris chaerophylloides BRGT.

Pecopteris pennaeformis BRGT.

Pecopteris plumosa dentata ARTIS.

Calamites cannaeformis BRGT.

Lepidophyllum majus BRGT.

Col des Muandes à 2560 m

Pecopteris sp.

Calamites Cisti BRGT.

Lepidodendron ophirus BRGT.

Mariopteris sp.

300 m à l'est du Col de Névache - en crête

Neuropteris cf. *attenuata* LIND. et HUTT.

Lepidophyllum lanceolatum LIND. et HUTT.

Pecopteris plumosa ARTIS.

Près du lac de la Madeleine

Neuropteris linguaeifolia P. B.

MAURIENNE

I. — AU SUD DE L'ARC

Col de la Madeleine, versant Valmeinier

Lepidodendron obovatum STERNB.

Lepidophloios laricinius STERNB.

Vallée de la Neuvahe

1. — Pont de la Neuvahe - Près des Chalets de l'Arrendier

$x = 927,3$; $y = 323,45$; $z = 2\ 050$ env.

Pecopteris cf. *Milioni* ARTIS (très mauvais état), certains échantillons semblent avoir des fructifications du type *Asterotheca*.

Pecopteris sp. (peut-être *lamurensis*).

Mixoneura flexuosa G. E. (petites pinnules).

2. — Sur le Chemin des Griffes

$x = 926,8$; $y = 323,65$; $z = 2\ 155$.

Mixoneura flexuosa G. E.

Près des Chalets de l'Arrendier

$x = 927$; $y = 323,4$; $z = 2\ 030$.

Très nombreux.

Mixoneura flexuosa G. E.

Pecopteris cf. *lamurensis* HEER.

Combe Orsière

$x = 926,2$; $y = 324,7$; $z = 2\ 100$ env.

Pecopteriscyatheoide (peut-être *P. cyathea* ou *lepidorachis*).

Pecopteris sp. (*Asterotheca*).

Le Gros Crey - E de Valmeinier

Lepidodendron obovatum STERNB.

Crey du Quart - Flanc Est

Lepidodendron obovatum STERNB.

Col du Pic du Thabor

$x = 931,65$; $y = 321,55$; $z = 2\ 850$.

Pecopteris pennaeformis BRGT.

(En assez mauvais état, mais quelques pinnules permettent d'observer la nervation caractéristique de cette espèce. Dans le même gisement ont été trouvés des rachis épineux qui peuvent se rapporter à cette espèce.)

P. CORSIN (1950) a déterminé, provenant de la région de Valmeinier (gisement de l'Arrendier) :

Mixoneura sarana P. B.

Linopteris neuropteroides var. *minor* POT.

Odontopteris sp.

Annularia stellata SCHLOTH.

Vallée des Herbiers

Près des Chalets du Jeu

$x = 938,3$; $y = 325$.

Lepidodendron lycopodioides STERNB.

Lepidophyllum lanceolatum LIND. et HUTT.

Valloire

Le Chezlu

(déblais de la Mine Rambeau.)

$x = 921,5$; $y = 323,5$.

Corynepteris angustissima STERNB.

In P. CORSIN (1945).

Valloire

Alethopteris Friedsli P. B.

In Ch. PUSSENOT (1930) (R. ZEILLER det.)

Le Chezlu

Alloiopteris (Corynepteris) Essinghi ANDRAE

Neuropteris Schlehani STUR (?)

Asterophyllites grandis STERNB.

Lepidophyllum lanceolatum LIND. et HUTT.

Je n'ai pas retrouvé d'échantillon pouvant confirmer ou infirmer les citations précédentes.

II. — AU NORD DE L'ARC

Environs de Saint-Michel-de-Maurienne

Chapelle Sainte-Elisabeth

Calamites Cisti BRGT.

Neuropteris sp.

et nombreux débris indéterminables

Galerie de la Buffa

$x = 927$; $y = 332,2$

Alethopteris lonchitifolia P. B.

Neuropteris linguaefolia P. B.

Calamites sp.

La Noiray

$x = 925,1$; $y = 332,9$

Neuropteris linguaefolia (nombreux en pinnules séparées)

Chalets des Râteaux

Ce gîte fossilifère, très riche, est situé en bordure du chemin qui va des Chalets des Râteaux à ceux de la Bachellerie.

$x = 924$; $y = 338,9$.

Les fossiles ont été trouvés dans de gros blocs de schistes noirs fins, emballés dans des argiles glaciaires et, malheureusement, il n'est pas certain qu'ils soient en place.

Pecopteris saraepontana STUR

Pecopteris cf. *oreopteridia* SCHLOTH.

Pecopteris Bredovi GERMAR.

Pecopteris polymorpha var. *mauriennensis* nov. var.

Pecopteris Candollei BRGT.

Pecopteris sp.

Pecopteris aff. *Milioni* ARTIS

Pecopteris cf. *lamurensis* HEER

Annularia stellata SCHLOTH.

Annularia sphenophylloides ZENKER

Dorycordaites aff. G. E.

Cordaite sp.

Incertae sedis

Col des Encombres

$x = 925$; $y = 340,24$

Pecopteris lamurensis HEER

Mixoneura cf. *ovata* HOFFM.

Pecopteris Candollei BRGT.

Annularia stellata SCHLOTH.

Poacordaites

Pecopteris plumosa dentata ARTIS

Pointe de la Masse

$x = 926,9$; $y = 341,4$

Pecopteris aff. *Miltoni* ARTIS

Pecopteris lamurensis HEER

Pecopteris cf. *plumosa dentata* ARTIS

Col de la Grand Combe - Roche Jaille

Pecopteris lamurensis HEER

Le secteur du col des Encombres est un des premiers endroits des Alpes où des végétaux fossiles ont été signalés.

Dès 1857, A. SISMONDA avait signalé :

Pecopteris pteroides BRGT.

Pecopteris villosa BRGT.

Pecopteris oreopteridia SCHLOTH.

Pecopteris arborescens SCHLOTH.

Cordaite borassifolius STERNB.

O. HEER (1876) cite :

Cyatheites (*Pecopteris*) *Miltoni* ARTIS

Cyatheites (*Pecopteris*) *villosus* BRGT.

Cyatheites (*Pecopteris*) *oreopteridius* SCHLOTH.

Cordaite borassifolius STERNB.

Il semble que cet auteur se soit borné à reproduire la liste de A. SISMONDA. Ces déterminations n'ont d'ailleurs qu'une faible valeur.

Les déterminations de R. ZEILLER sont plus intéressantes; il a reconnu, d'après les collections de Ch. LORY (in W. KILIAN et J. REVIL, 1908) :

Asterophyllites equisetiformis SCHLOTH.

Annularia sphenophylloides ZENKER.

Pecopteris polymorpha BRGT.

Pecopteris Miltoni ARTIS

Il ajoute :

« ... C'est certainement cette espèce que O. HEER a signalée dans cette localité dans sa *Flora fossilis Helvetiae*, sous les noms de *Cyatheites Miltoni* et *C. villosus* et peut-être même *C. oreopteridius*. »

Ch. PUSSENOT (1913, 1930) a fait de nouvelles récoltes dans ce secteur. Le gîte qu'il définit ainsi : 1 km à l'aval de la Sausse-du-Haut correspond très probablement à celui du Chalet des Rateaux ou à un gisement très proche. R. ZEILLER y a déterminé :

Pecopteris très probablement *oreopteridia* SCHLOTH.
Neuropteris flexuosa HEER (non STERNB.)
Annularia stellata SCHLOTH.
Annularia spenophylloides ZENKER
Sphenophyllum oblongifolium GERM. et KAULF.
Calamites Suckowi BRGT.
Cordaïtes cf. *borassifolius* STERNB.
Cordaianthus sp.

Entre les deux cols :

Neuropteris flexuosa HEER (non STERNB.)
Pecopteris Candollei BRGT.
Calamites Suckowi BRGT.
Cordaïtes sp.

Pic de la Masse

(correspond vraisemblablement au gisement signalé plus haut) :

Neuropteris flexuosa HEER (non STERNB.)
Pecopteris cf. *oreopteridia* (ou peut-être cf. *lamuriana* HEER)
Stigmaria ficoides STERNB.
Pinnularia sp.

D'après P. CORSIN (1950) :

Environs du Col des Encombres

cf. *Alethopteris Grandini* BRGT.
Pecopteris unita BRGT.
Pecopteris crenulata BRGT.
Pecopteris saraefolia P. B.
Pecopteris polymorpha BRGT.
Pecopteris caraepontana STUR
Pecopteris oreopteridia SCHLOTH.
cf. *Pecopteris villosa* BRGT.
Sphenophyllum oblongifolium GERMAR et KAULF.

Les différences que l'on peut constater dans les listes précédentes ne sont pas très importantes. Il s'agit surtout de nuances de déterminations qui sont dues : soit à l'imprécision de la définition des espèces, soit au mauvais état des échantillons, ou encore à l'habitus particulier de certaines espèces qui nous a fait distinguer des variétés qui ne sont peut-être que locales.

Dans l'ensemble, la flore trouvée dans le secteur du col des Encombres est assez homogène.

DESCRIPTION

TARENDAISE

VALLÉE DE SAINT-MARTIN DE BELLEVILLE

Mont de la Challe

Lepidodendron sp.

Col au NW de Cîme Caron

Lepidodendron obovatum STERNB.

Nord du Roc de Tougne (Le Tougnet)

$x = 929,75$; $y = 348,7$; $z = 2\,400$ m

Pecopteris lamurensis HEER

VALLÉE DES ALLUES

Le Mennet (Au Nord des Chalets)

$x = 933,2$; $y = 349,10$; $z = 1\,920$ m env.

Flore très abondante.

Pecopteris lamurensis HEER (très abondant)

Aphlébie

Pecopteris cyatheoides cf. *cyathea* SCHLOTH.

Sphenophyllum oblongifolium GERM. et KAULF.

Annularia stellata SCHLOTH.

Asterophyllites equisetiformis, forme *Schlotheimi* JONGM.

Calamites Cisti BRGT.

Chalets du Mottaret

$x = 932$; $y = 949,50$; $z = 1\,850$ env.

Pecopteris lamurensis HEER

Mixoneura flexuosa G. E.

Montagne de Cherferie

$x = 929,3$; $y = 352$; $z = 2\ 000$ env.

Mixoneura flexuosa G. E.

Pecopteris polymorpha BRGT.

Pecopteris cyatheoides sp.

cf. *Pecopteris plumosa dentata* ARTIS

Annularia stellata SCHLOTH.

Cordaïtes sp.

Col à l'Ouest de la Loze

$x = 932,95$; $y = 354,7$ point coté 1952

Mixoneura flexuosa G. E.

Pecopteris lamurensis HEER

Pecopteris polymorpha BRGT.

Aphlébie

Calamites Suckowi BRGT.

Cordaïtes sp.

VALLÉE DU DORON DE BOZEL

Lac de la Loze ou Lac Bleu (Assise de Courchevel)

Odontopteris cf. *Brardi* BRGT.

Odontopteris sp.

Alethopteris Grandini (ZEIL. non BRGT.)

Pecopteris cyatheoides

Pecopteris unita BRGT.

Dicksonites Plückeri SCHLOTH.

Callipteridium pteridium SCHLOTH.

Déblais de la mine du Tal

Mixoneura flexuosa G. E. (abondant)

En général, il s'agit de formes à petites pinnules; certaines se rapprochent du type *M. ovata*.

Annularia stellata SCHLOTH.

Annularia sphenophylloides ZENKER

Asterophyllites equisetiformis forma *Schlotheimi* JONGM.

Route de Villarlurin

$x = 928,1$; $y = 359,18$.

Neuropteris linguaefolia P. B.
Mariopteris sp. (un fragment)
Calamites sp.

La plupart des gisements précédents ont été découverts par J. FABRE, dans une région qui se prête mal à l'observation, et où aucun fossile n'avait été signalé auparavant, si ce n'est à Villarlurin (C. PUSSENOT, 1930), où avait été cité *Neuropteris gigantea* STERNBERG, qui correspond en réalité, comme nous avons pu le vérifier à de nombreuses reprises, au *Neuropteris linguaefolia* P. B.

AU NORD DU DORON DE BOZEL**Montagny**

En éboulis à l'Est de Notre-Dame-des-Neiges, près du point coté 1 193 :

Pecopteris lamurensis HEER
Pecopteris unita BRGT.

A l'Ouest des Chalets du Prariond, vers 1870 m

$x = 932,8$; $y = 361,1$.

Pecopteris cyathea SCHLOTH.

Aux Chalets de Prachepaix

A l'Est du gisement précédent, R. BARBIER y a trouvé (P. CORSIN det.) :

Pecopteris cyathea SCHLOTH.
Mixoneura flexuosa G. E.
Asterophyllites equisetiformis SCHLOTH.
Cordaites

Ruisseau de la Touvière

$x = 937,75$; $y = 361,35$; $z = \text{vers } 1\,550$.

Mixoneura flexuosa G. E. (typique)
Pecopteris lamurensis HEER

VALLÉE DE L'ISÈRE

Ravin de la Salla

$x = 941$; $y = 369$; $z = 1\,700$ env.

Mixoneura flexuosa var. *opulenta* nov. var.

très abondant. Il est accompagné dans son gisement de :

Neuropteris acutifolia P. B.

Neuropteris triangularis P. B.

Cyclopteris

Linopteris neuropteroides var. *minor* POT.

Pecopteris cyatheoides

Pecopteris lamurensis HEER

Pecopteris polymorpha BRGT.

Dicksonites Plückeri SCHLOTH.

Dicksonites Sterzeli ZEIL.

Annularia stellata SCHLOTH.

Sphenophyllum oblongifolium GERM. et KAULF.

Calamites Cisti BRGT.

ENVIRONS DE MÂCOT

Les fossiles carbonifères signalés en Tarentaise par les anciens auteurs proviennent tous des environs de Mâcot.

Ces gisements sont connus depuis longtemps puisque BRONGNIART a créé l'espèce *Neuropteris Soreti* à partir d'un échantillon ayant cette origine. C. PUSSENOT (1930) dit qu'il y a deux gisements : l'un dans le haut du ravin de Sangôt, au-dessus des Thuiles, dans les lacets du sentier venant de Mâcot; l'autre sur le sentier qui conduit à Seriseray (ou Ceriseray). Enfin, on trouvait les mêmes fossiles près de la Roche de Mâcot, dans une ancienne carrière d'ardoise visitée jadis par Elie DE BEAUMONT.

Ces gîtes fossilifères font partie d'un même faisceau schisteux et c'est certainement lui qui a été retrouvé dans le ravin de la Salla, où nous avons trouvé une flore identique à celle des anciens gisements.

C. PUSSENOT (1930) cite, en provenance des environs de Mâcot (R. ZEILLER det.) :

Pecopteris Candollei BRGT.

Pecopteris lamurensis HEER

Neuropteris sp. (voir p. 70 l'opinion de R. ZEILLER à ce sujet)

Cyclopteris lacerata HEER

Neuropteris flexuosa HEER (non STERNBERG) (voir p. 70 opinion de R. ZEILLER)

Neuropteris montana HEER

Callipteridium pteridium SCHLOTH.

Annularia stellata SCHLOTH.

DESCRIPTION

Sphenophyllum oblongifolium GERM. et KAULF.
Pecopteris probablement *oreopteridia* SCHLOTH.
Calamites Suckowi BRGT.
Lepidodendron sp.

P. CORSIN (1950) a déterminé, en provenance des Ravins de Sangôt :

Mixoneura sarana P. B.

associé à des formes telles que :

Neuropteris triangularis
Neuropteris acutifolia
Cyclopteris
Linopteris neuropteroides var. *minor* POT.
Odontopteris subcrenulata ROST.
Odontopteris sp.
cf. *Callipteridium pteridium* SCHLOTH.
Pecopteris oreopteridia SCHLOTH.
Pecopteris cf. *Candollei* BRGT.
Sphenophyllum oblongifolium GERM. et KAULF.

Il est inutile de rappeler les déterminations antérieures de A. BRONGNIART et de O. HEER, car les espèces citées par ces auteurs sont, pour la plupart, tombées en synonymie.

Les différences que l'on peut constater entre la liste des espèces trouvées au Ravin de la Salla et celles de R. ZEILLER et de P. CORSIN, portent essentiellement sur les Neuroptéridées du genre *Mixoneura*. Cette diversité dans la nomenclature provient du fait que les espèces n'ont pas toujours été définies avec rigueur, ce qui est rendu très difficile en raison de l'extrême polymorphisme des pinnules de ce genre.

PONT DE LANDRY

$x = 943$; $y = 373,3$; $z = 744$.

Les fossiles ont été trouvés dans les affleurements situés en contrebas de la route nationale n° 90, dans les talus et les arrachements de la petite route qui mène à Landry.

Mariopteris acuta BRGT. var. *grandis* GOTH.
Pecopteris plumosa dentata ARTIS

Déblais des Mines des Chapelles

nombreux *Lepidodendron obovatum* STERNB.
Lepidophyllum
Stigmaria ficoides (dans les murs des couches reconnues par les travaux)

COL DU PETIT SAINT-BERNARD

Au Col, Près de l'ancienne baraque des douaniers

Lepidophloios laricinius STERNB.
Sphenopteris cf. *gracilis* BRGT.
S. rotundifolia ANDRAE
Lepidophyllum
Pinnularia
Sphenopteris sp. (formes à pinnules en lanières du type *Rhodea*)
Sphenopteris (*Zeilleria*) *Frenzli* STUR.

Verticille de feuilles soudées à leur base en gaine, comparable à ce qui a été décrit par R. ZEILLER (1899 — Bassin houiller d'Héraclée, pl. V, fig. 6) sous le nom de *Phyllothea Rallii*.

Il a été souvent fait mention de fossiles provenant du col du Petit St. Bernard.

PEOLA (1903) a cité et décrit 33 espèces, mais sans en donner de figuration :

Neuropteris flexuosa BRGT.
Linopteris obliqua BUNBURY
Calamites Cisti BRGT.
Calamites Huri STEPHANI
Calamites leioderma GUTB.
Calamites ramosus ARTIS
Calamites Suckowi BRGT.
Calamites sp.
Asterophyllites equisetiformis BRGT.
Asterophyllites lycopodioides ZEIL.
Asterophyllites longifolius STERNB.
Annularia sphenophylloides ZENKER
Annularia microphylla (?) SAUVEUR
Phyllothea Rallii ZEIL.
Lepidodendron Wortheni LESQ.
Lepidophyllum majus BRGT.
Lepidophyllum trilineatum HEER
Lepidophyllum lanceolatum LIND. et HUTT.
Lepidophyllum lineare BRGT.
Lepidophyllum caricinum HEER
Lepidophyllum setaceum HEER
Lepidophyllum Zeilleri PEOLA
Ulodendron majus LIND. et HUTT.
Distrigophyllum bicarinatum LIND.
Sigillaria sp.
Sigillariatrobis sp.
Cordaites principalis GERM.
Cordaites borassifolius STERNB.
Cordaites microstachys ? GOLDENB.
Cordaites sp.
Dorcycordaites sp.

DESCRIPTION

Rhabdocarpus candollianus HEER

Trigonocarpus Bernardi PEOLA

On peut tout de suite remarquer que cette liste ne comporte que très peu d'espèces pouvant fournir une indication stratigraphique, et que la plupart sont loin d'avoir l'importance que PEOLA leur accorde.

C. PUSSENOT (1930) a exploité à son tour le gisement signalé par PEOLA. R. ZEILLER y a déterminé :

Sphenopteris cf. *grypophylla* GOEP.

Sphenopteris cf. *coralloides* GUTB.

Sphenopteris quadridactylites GUTB.

Diplotmema schatzlarens STUR.

Neuropteris gigantea STERNB.

Neuropteris Schlehani STUR (il note à propos de cette détermination : ... « échantillon mal conservé, mais suffisamment caractérisé pour pouvoir être rapporté à cette espèce »).

Asterophyllites equisetiformis SCHLOTH

(détermination un peu douteuse en raison de l'extrême finesse des feuilles, presque filiformes, d'aspect quelque peu différent du type normal. Note de R. ZEILLER).

Calamostachys sp.

Phyllothea Rallii ZEIL.

Lepidodendron sp.

Lepidodendron lycopodioides STERNB.

Lepidophloios laricinius STERNB.

Lepidophyllum lanceolatum LIND. et HUTT.

De son côté, P. CORSIN (1950) a déterminé :

Neuropteris linguaeifolia (P. BERTRAND)

(Cette dernière espèce se rapporte vraisemblablement à celle qui a été déterminée par R. ZEILLER comme *N. gigantea*).

Pecopteris polymorpha BRGT.

cf. *Diplotmema schatzlarens* STUR

II. Remarques générales sur la flore carbonifère de la zone interne des Alpes

Si, pour avoir une vue d'ensemble de la flore carbonifère, on se contentait de regarder les listes précédentes, il y aurait toutes les chances pour que l'idée qu'on s'en fait fût erronée.

En effet, il ne faut pas oublier que ces listes ont été établies à partir d'échantillons qui ont fait l'objet d'un choix au moment de leur récolte. Le but de cette étude étant essentiellement stratigraphique, nos recherches ont porté surtout sur les genres ou espèces qui étaient susceptibles de nous donner des renseignements de cet ordre. Aussi, après l'exploitation d'un gîte fossilifère, un premier examen sur le terrain permettrait d'éliminer les empreintes trop mauvaises pour être déterminées, ainsi que les espèces communes à tout le Carbonifère.

La récolte de tous les fossiles trouvés aurait dépassé souvent les forces humaines, car beaucoup de gîtes fossilifères sont situés en crête et parfois à de grandes altitudes.

Ainsi, par exemple, les *Calamites* ont été systématiquement négligées. Peut-être à l'avenir y aura-t-il lieu de les examiner spécialement.

Mais si l'on veut avoir une idée générale de la végétation houillère, il nous faut tenir compte de toutes les espèces, y compris les plus banales.

Dans le présent chapitre j'exposerai les principales remarques que j'ai pu faire au cours de mes recherches sur le terrain.

LES CALAMARIÉES

Ce sont, de loin, les fossiles les plus fréquents. On les rencontre à tous les niveaux, soit écrasés dans les schistes, soit à l'état de moules internes dans les grès. Les listes des anciens auteurs font largement mention de ces plantes et certains en ont donné des déterminations spécifiques. Ces déterminations n'ont généralement que peu de valeur. Disons seulement que, dans la plupart des cas, on peut rapporter ces empreintes au type *Calamites Cisti* ou *C. Suckowi*.

Certaines, comme le fragment représenté pl. XLVIII, fig. 5, montrent des côtes ondulées

qui pourraient faire penser à *C. undulatus*, mais il est possible que ce soit le résultat d'une altération, comme le laisse supposer l'échantillon en question. La découverte de fossiles namuriens dans le Briançonnais a suscité pendant quelque temps un intérêt nouveau pour ces derniers. En effet, un des caractères de la flore du Carbonifère inférieur classiquement admis est la présence du genre *Asterocalamites* (ou *Archaeocalamites*), qui se distingue par le fait que les cannelures des tiges et rameaux n'alternent pas de part et d'autre des nœuds, comme c'est le cas chez le genre *Calamites*.

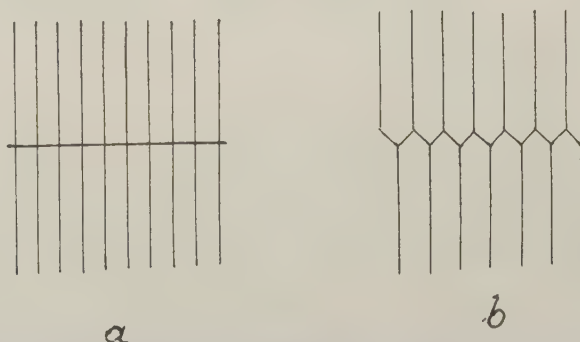


FIGURE 32

a — Disposition des côtes chez les *Asterocalamites*
b — Disposition des côtes chez les *Calamites*

Les *Calamites* ont donc été à nouveau soigneusement examinées sur le terrain, et particulièrement dans les secteurs où avaient été découvertes les plantes namuriennes. En fait, j'ai pu observer des tiges où les côtes n'alternaient pas de part et d'autre des nœuds; de là à conclure à l'existence d'*Asterocalamites* il n'y avait qu'un pas ! Mais, rapidement, en poursuivant mes observations, de graves doutes m'ont assailli. Il suffit, en effet, d'une compression de la tige ou du rameau pour que les côtes rejetées sur le côté paraissent être en continuité de part et d'autre des nœuds. Quand il s'agit de moules médullaires, ces caractères n'ont pas une grande valeur. Il aurait fallu observer le feuillage de ces *Calamites*, avec ses feuilles filiformes bifurquées pour pouvoir les identifier; mais rien de tel n'a été observé de façon certaine. Il est donc plus prudent pour l'instant de ne pas faire état de ce genre.

F. STOCKMANS et Y. WILLIÈRE (1953, p. 167), ont avancé des remarques analogues à propos des *Calamites* du Namurien de la Belgique.

Il me paraît inutile de citer les endroits où ont été observées des *Calamites*. Cela reviendrait à nommer à peu près tous les gîtes fossilifères, et de plus, bien des points n'ont fourni que ces fossiles.

L'abondance de *Calamites* dans le Carbonifère briançonnais va de pair avec celle du genre *Asterophyllites*. On désigne sous ce nom les rameaux feuillés de ces plantes. Nous avons vu plus haut qu'on pouvait reconnaître plusieurs types, mais que ces distinctions avaient peu de valeur. Par contre, au cours des recherches, j'ai été frappé par la rareté du genre *Annularia*, qui est considéré également comme représentant le feuillage de *Calamariées*. Ce genre, que l'on rencontre généralement en grande abondance dans tout le Carbonifère, n'est représenté dans les Alpes qu'à partir du Stéphanien inférieur par les espèces *A. stellata* et *A. sphenophylloides*.

Ce phénomène est un trait particulier de la Flore du Briançonnais.

LES LÉPIDOPHYTES

Les Lépidophytes comprennent les Sigillaires, Lépidodendrons, et Lépidophloies et les organes qui s'y rapportent comme les *Stigmaria*, les *Lepidophyllum* ou *Sigilariaephyllum* de divers types, ainsi que le *Lepidostrobus*, *Sigillariostrobus*.

Ce sont, après les *Calamites*, les fossiles les plus fréquents. Les murs à *Stigmaria* sont courants; on les observe parfois sur de grandes surfaces structurales où ils sont en position de végétation. Les murs à *Stigmaria* sont de règle au voisinage des couches d'anthracite, mais souvent leur identification est délicate, car les épontes sont broyées ou affectées par une schistosité secondaire sous l'influence des efforts tectoniques.

Avec un peu de patience on peut distinguer le mur, du toit, grâce aux traces des radicales qui perforent les schistes ou les grès. Cette identification est très importante pour le géologue puisqu'elle permet de voir si les couches sont normales ou renversées.

En dehors des murs à *Stigmaria*, les autres débris de Lépidophytes sont abondants; on trouve souvent des empreintes ou moulages de troncs qui sont parfois déterminables spécifiquement.

Il est impossible de citer les points où les schistes sont jonchés de feuilles de Lépidophytes tant cette observation est courante. Les schistes des déblais de certaines mines (Mine de Sordière en Maurienne, par exemple) en sont pétris, à l'exclusion de toutes autres empreintes. Enfin, il n'est pas rare de voir sur de grandes parois de grossiers moulages de troncs cannelés pouvant atteindre plusieurs mètres. Il semble que la fréquence des débris de Lépidophytes varie avec les assises.

D'une façon générale, les Sigillaires et Lépidodendrons sont plus rares dans les bassins stéphaniens que dans les bassins westphaliens. Cette constatation n'est pas rigoureuse et il serait facile de trouver des exemples qui la contrediraient. Cependant, pour les bassins du Massif Central français ainsi que pour ceux de la zone externe des Alpes, elle est valable, et tout particulièrement en ce qui concerne les Lépidodendrons.

R. ZEILLER, dans son magistral ouvrage consacré à la flore du bassin de Blanz y et du Creusot (1956, p. 150) écrivait :

« Les restes de Lépidodendron sont d'une excessive rareté dans tout le bassin de Blanz y et du Creusot; je n'ai vu moi-même aucun échantillon appartenant à ce genre, ni sous forme d'écorces à cicatrices foliaires reconnaissables, ni sous forme de rameaux feuillés... »

Ce phénomène peut s'expliquer de deux façons :

- 1) Ou l'on assiste au Stéphaniens à la disparition progressive des Lépidophytes; en ce cas l'abondance ou l'absence de ces plantes serait en relation avec l'âge des terrains, et ce caractère pourrait être utilisé en stratigraphie;
- 2) Ou bien ces variations dans la composition de la flore seraient liées au type sédimentologique des bassins houillers ?

Les Lépidophytes, végétaux de plaines marécageuses, ne pouvaient croître, sauf conditions spéciales, sur les rives des lacs de montagne qui ont donné naissance aux bassins stéphaniens. Les reliefs qui les environnaient s'opposaient la plupart du temps à l'établissement de banquettes marécageuses propices à l'écologie de ces plantes.

La nature différente des flores des bassins externes et du bassin briançonnais a déjà été vue par CH. LORY (1864). — Pour l'expliquer, c'est à cette dernière hypothèse qu'il avait recours.

« ... dans les grès à anthracite de la zone externe — écrivait-il — les empreintes les plus abondantes sont les feuilles de fougères et d'annulairées ..., les tiges de Lycopodiacees et de Sigillaires y sont beaucoup

plus rares et beaucoup moins variées. C'est précisément l'inverse dans les grès à anthracite du Briançonnais : les feuilles de fougères et autres plantes terrestres y sont très rares, tandis que les tiges d'Equisétacées, de Lycopodiées, de Sigillaires, etc. sont abondantes, variées et souvent de très grandes dimensions. Ces tiges sont accompagnées quelquefois de feuilles à nervures simples, ressemblant à des feuilles de roseau... »

et il ajoutait pour expliquer ce phénomène :

« A La Mure, dans l'Oisans, et aussi à Petit Cœur et autres localités situées sur les versants immédiats de la grande chaîne granitique, la faible puissance et la discontinuité des grès à anthracite tendent à montrer qu'ils se sont formés dans des bassins circonscrits, dans des dépressions des terrains primitifs qui étaient déjà bouleversés et en partie émergés. Ces terrains formaient un sol accidenté, sec par endroit, marécageux ou inondé ailleurs, et de là un mélange de plantes appartenant à ces différentes stations. Au contraire, les grès à anthracite du Briançonnais, ceux de la Haute Maurienne et de la Haute Tarentaise sont des dépôts beaucoup plus vastes, dans un endroit bordé de larges plages marécageuses, entre le Massif primitif qui borde immédiatement les plaines du Piémont. De là le caractère plus généralement aquatique de la végétation qui a formé les couches charbonneuses de ce bassin. »

Les Lépidophytes et Calamariées seraient donc des fossiles de faciès et non d'étage. Je serais tenté d'accepter cette explication si je n'avais pas fait les remarques suivantes dans la zone interne :

1°) Les Lépidophytes, et en particulier les Lépidodendrons, se trouvent surtout dans les assises que l'on peut rapporter au Westphalien d'après le reste de la flore.

2°) A plusieurs reprises, dans des secteurs dont l'âge était inconnu mais qui renfermaient en abondance des Lépidodendrons et autres débris de Lépidophytes nous avons, en persévérant, récolté des fossiles plus caractéristiques, et il s'agissait toujours de plantes westphaliennes. Le cas s'est présenté en Maurienne, où j'ai trouvé à proximité de St Michel de Maurienne : *Neuropteris linguaefolia* P. B., *Alethopteris lonchitifolia*; à Villarlurin : *Neuropteris linguaefolia*, et des débris de *Mariopteris*.

En Tarentaise, les débris de Lépidodendrons sont abondants dans les déblais et les stériles des mines des Chapelles; et, par la suite, J. FABRE a découvert près du pont de Landry, dans le fond de la vallée, des débris de *Mariopteris* cf. *acuta* var. *grandis*.

Ces observations m'ont conduit par la suite à interpréter stratigraphiquement l'abondance de Lépidophytes.

Il est évident qu'il ne faudrait pas exagérer l'importance de ces fossiles, ni généraliser outre mesure ces conclusions. Et, à bien réfléchir, il n'y a pas de graves contradictions avec ce qu'avancait CH. LORY. L'étude du bassin houiller briançonnais a montré en effet qu'il y avait bien au Carbonifère un déplacement de la sédimentation vers le Nord. Ce déplacement intéresse surtout les assises stéphanien.

Ce phénomène est en relation avec la phase orogénique asturienne qui a créé un régime limnique dans la zone externe et les massifs cristallins comme le Massif Central. On pensait primitivement que le Houiller de Tarentaise et de Maurienne était d'âge stéphanien, ce qui représentait des dépôts très puissants.

La découverte de Westphalien dans ces régions diminue notablement l'importance du Stéphanien.

Il est logique de penser que cette phase orogénique a eu pour effet dans la zone briançonnaise, en même temps qu'elle provoquait le déplacement de l'aire de sédimentation houillère vers le Nord, de modifier sensiblement la structure même du bassin, et son régime sédimentologique, provoquant un régime limnique comparable à celui qui s'est établi sur la chaîne hercynienne. Cette évolution a entraîné la disparition de vastes plaines marécageuses où pouvait croître une abondante végétation palustre.

SPHÉNOPHYLLALES

Les *Sphenophyllum* que l'on rencontre dans tous les niveaux du Carbonifère et dont les différentes espèces connues peuvent servir d'espèces guides pour la stratigraphie, sont très rares parmi la flore de la zone interne. Deux espèces seulement sont signalées :

— *Sphenophyllum myriophyllum* CREPIN.

— *Sphenophyllum oblongifolium* GERM. et KAULF.

et seulement dans très peu de gisements.

Au début, ce fait ne m'avait pas particulièrement frappé. Ce n'est qu'après des années de recherche qu'il s'est imposé à moi. La lecture des listes de déterminations des anciens auteurs confirme cette impression.

Je me suis demandé quelle pouvait être la cause de cette rareté.

J'ai pensé qu'elle pouvait être provoquée par une trop grande agitation des eaux, peu propice à la vie de ces plantes aquatiques.

L'abondance des apports détritiques grossiers qui constituent les grès et les conglomérats en serait une preuve.

Mais ce type de formation existe dans d'autres bassins houillers où, pourtant, les *Sphenophyllum* sont abondants. D'autre part, dans le bassin briançonnais, il y a eu également des périodes ou des régions de sédimentation calme : les couches de houille en sont les témoins.

Ainsi, pour l'instant, nous ne pouvons que constater ce fait, sans l'expliquer de façon satisfaisante.

CORDAÏTALES

Sans être jamais abondantes, les Cordaïtes n'ont été observées que dans le Carbonifère supérieur, au Nord de l'Arc. Elles semblent faire complètement défaut dans le Westphalien de la région de Briançon.

FILICINÉES ET PTÉRIDOSPERMÉES

C'est surtout parmi ces plantes que l'on connaît les meilleurs fossiles stratigraphiques.

CH. LORY avait déjà remarqué que, dans la zone houillère briançonnaise, les feuilles de fougères et d'autres plantes terrestres étaient rares. Ceci n'est vrai que par comparaison avec le reste de la flore, où dominant, comme nous venons de le voir, les Calamariées et les Lépidophytes.

Mais si on considère les listes de fossiles du terrain houiller briançonnais, un trait particulier de sa flore apparaît.

On peut constater que dans une même assise, on rencontre toujours les mêmes plantes terrestres et que celles-ci ne sont représentées que par un petit nombre d'espèces :

Une ou deux *Neuropteridae*, un ou deux *Mariopteris*.

Cela est vrai pour des gisements très éloignés les uns des autres comme pour des gîtes voisins, ce qui élimine l'hypothèse de l'existence de massifs de végétation particuliers à association végétale spécifique.

D'une façon générale, la flore est beaucoup moins riche en espèces que celle du bassin du Nord et du Pas-de-Calais, ou celle du bassin sarro-lorrain, pour la comparer avec des gisements de même grandeur et de même âge.

On peut objecter que cette monotonie est due au fait que nous n'avons en notre possession qu'un très petit nombre de documents paléontologiques pour un bassin de cette importance, et que si on poussait l'analyse aussi loin que cela a été fait pour le Nord et la Lorraine, cette impression disparaîtrait.

On peut remarquer également que le genre *Alethopteris*, qui est un des plus courants de la flore carbonifère dans la plupart des bassins houillers, est très rare.

A priori on pouvait s'attendre à le rencontrer fréquemment; or, au cours de cette étude, il n'a été récolté qu'en trois points seulement.

La liste générale de W. KILIAN et J. REVIL n'en signale pas, et P. CORSIN (1950) n'en cite que deux échantillons.

On pourrait multiplier les remarques analogues à propos d'autres espèces, mais le cas des Aléthoptéridées est particulièrement frappant. Enfin, nous pouvons constater que la flore du bassin briançonnais comprend des espèces qui lui sont propres. Ceci m'a conduit à créer des espèces ou des variétés nouvelles. Ce n'est qu'à partir du Stéphanien que la flore paraît s'uniformiser et devient comparable à celle des autres bassins de même âge, et plus particulièrement à celle des bassins du Massif Central français.

Mais on peut constater cependant que certaines espèces ont un aspect particulier : c'est le cas des *Mixoneura*.

En résumé

D'une façon générale, nous retrouvons les mêmes successions de flore que celles qui ont été observées dans les bassins houillers de l'Europe occidentale et de l'Amérique du Nord, mais la flore carbonifère du Briançonnais n'en présente pas moins des caractères qui lui sont propres. Il existe des variétés qui, jusqu'à plus ample information, lui sont particulières, et même pour des espèces banales, on peut constater des différences notables dans leur fréquence.

Au Westphalien, l'extrême abondance des débris de Calamariées et de Lépidophytes évoque une vaste dépression marécageuse, et le nombre relativement faible d'espèces terrestres rencontrées, nous fait penser que les terres émergées qui l'entouraient avaient une végétation assez uniforme et peu variée aux différentes époques du Carbonifère.

Mais on ne doit pas rejeter la possibilité que cette monotonie et cette uniformité soient dues à la pauvreté de nos documents paléontologiques. On peut aussi avancer l'hypothèse que cette pauvreté, si elle est réelle, soit due au fait que les espèces terrestres vivaient dans des lieux éloignés du point de leur enfouissement.

A la fin du Westphalien et au début du Stéphanien, on assiste à des changements dans la répartition des aires de dépôt, qui sont vraisemblablement en relation avec des mouvements orogéniques. Les derniers ont pu provoquer de profondes modifications dans la nature même du bassin. La végétation palustre disparaît et la flore devient comparable, tant par ses espèces caractéristiques que par sa nature, à celle qui s'est développée dans les petits bassins lacustres situés au sein de la Chaîne hercynienne. On est tenté de lier cette évolution à celle de l'orogénèse.

III. Stratigraphie et discussion

STRATIGRAPHIE

Dès les premières recherches sur le terrain, nous avons fait les remarques suivantes qui ont déterminé la suite du travail :

1) Il existait bien de véritables gîtes fossilifères, en place, qui contenaient parfois des espèces considérées généralement comme de bons guides stratigraphiques.

2) La lecture des listes de fossiles publiées par les anciens auteurs donnait l'impression qu'il y avait des mélanges de flores, à tel point que l'on pouvait craindre *a priori* que les assises soient tellement bouleversées qu'il n'y ait plus aucun ordre dans leur répartition. Nous nous sommes aperçu qu'il n'en était rien, et que cette impression de mélange était surtout due au manque de précision dans les indications de provenance.

Par exemple : les fossiles qui étaient réunis sous l'étiquette « Col du Chardonnet », se rapportaient en réalité à un secteur vaste de plusieurs kilomètres carrés où affleurent plus de mille mètres d'épaisseur de terrain. Il était donc probable qu'il pouvait y avoir plusieurs assises représentées. C'est ce qui a été vérifié par la suite.

Il était nécessaire, si l'on voulait obtenir des résultats d'ordre stratigraphique, de rechercher des gîtes fossilifères en place, de ne tenir compte que de ceux-ci, et de les localiser avec précision. Les échantillons trouvés dans les éboulis et les dépôts glaciaires — s'ils peuvent présenter parfois un grand intérêt paléobotanique — ont souvent une provenance lointaine et peuvent donner lieu à des mélanges de flores d'âges différents.

Enfin, les anciennes listes de fossiles ne devaient être utilisées qu'avec précaution (compte tenu des erreurs ou des imprécisions dans les déterminations). Il fallait vérifier, autant que possible sur le terrain, la provenance des échantillons cités.

Ces précautions prises, on obtenait immédiatement des résultats encourageants. On constatait que, sur la rive gauche de la Guisane (R. FEYS, 1952; C. GREBER, 1952), les fossiles n'étaient pas distribués au hasard. Les gîtes où l'on trouvait en abondance le *Neuropteris Schlehani* s'alignaient à peu près à mi-pente sur le versant de la montagne, selon une bande de direction N. NW-S. SE, qui est la direction générale des assises du terrain houiller dans ce secteur. On remarquait également la présence d'espèces connues seulement dans le Carbonifère inférieur (Namurien).

On pouvait se demander s'il ne s'agissait pas là de survivances locales, ou bien s'il fallait y voir une indication au point de vue stratigraphique.

En pointant sur la carte les gisements d'où provenaient ces espèces, on voyait qu'ils s'alignaient selon la même direction que la bande à *Neuropteris Schlehani* et qu'ils se trouvaient toujours placés géométriquement sous cette dernière.

Il y avait donc toutes les raisons de penser qu'il s'agissait bien d'une assise plus ancienne qui pouvait se rapporter au Namurien.

Par la suite, cette assise a été retrouvée dans le secteur de la Crête de Pasquier.

On pouvait donc obtenir, dans le Briançonnais, des résultats semblables à ceux qu'avaient donnés les méthodes classiques dans les autres bassins houillers.

Une autre constatation importante a été faite par la suite :

Les espèces que l'on pouvait considérer *a priori*, d'après l'expérience acquise par l'étude des flores carbonifères, comme de bons guides stratigraphiques, étaient peu nombreuses, présentaient par contre une large répartition géographique. Rappelons que dans le Briançonnais, la flore est assez peu variée. Ces conditions sont très favorables pour une étude stratigraphique à grande échelle.

Il a été possible de distinguer paléontologiquement, dans le Carbonifère de la zone interne, les assises suivantes (voir tableau).

NOM DE L'ASSISE	CARACTÈRES GÉOLOGIQUES	PLANTES CARACTÉRISTIQUES
Assise de Courchevel (= assise de Roche Château)	Stérile-conglomératique	<i>Odontopteris</i> <i>Callipteridium pteridium</i> (bois de Coniférales à Roche-Château)
Assise de Tarentaise	Productive	<i>Mixoneura flexuosa</i> (très abondant) <i>Pecopteris lamurensis</i>
Assise de la Madeleine	Productive	<i>Neuropteris linguaefolia</i> <i>Mariopteris rotundata</i>
Assise de la Benoite	Productive	<i>Neuropteris Schlehani</i> <i>Mariopteris acuta</i>
Assise de Pasquier	Productive	<i>Neuropteris Schlehani</i> <i>Mariopteris laciniata</i> <i>Sphenopteris Dubuissoni</i> <i>Rhodea</i> (abondant)

CORRESPONDANCE AVEC L'ÉCHELLE STRATIGRAPHIQUE GÉNÉRALE DU CARBONIFÈRE CONTINENTAL

Les échelles stratigraphiques établies dans les bassins houillers exploités permettent aux mineurs de se situer dans les séries qu'ils traversent. Ces échelles font appel soit aux carac-

tères pétrographiques ou paléontologiques, soit encore à des niveaux repères propres à chaque bassin, comme la présence d'un conglomérat particulier, d'un banc de tonstein, ou d'un niveau marin dans le cas des bassins paraliques. Ces niveaux servent parfois de limite d'étage. Mais il est bien évident que ces échelles n'ont qu'une valeur locale.

Pour synchroniser les échelles stratigraphiques établies dans la plupart des bassins houillers, on utilise les méthodes de paléontologie stratigraphique. Dans le cas de Carbonifère continental, la flore joue un grand rôle.

Les nombreuses et minutieuses études qui ont eu pour objet la plupart des bassins houillers, ont montré que si la flore du Carbonifère n'était pas uniforme à l'échelle mondiale, il existait cependant des espèces communes à des bassins très éloignés les uns des autres.

Par exemple, les flores qui se sont succédé dans les bassins houillers de l'Amérique du Nord sont très analogues à celles de l'Europe occidentale. Mais il faut être prudent dans l'utilisation des plantes pour les corrélations de bassin à bassin.

P. BERTRAND (1927 a) a particulièrement insisté dans une note intitulée « Valeur des flores pour la caractérisation des différentes assises houillères et pour la synchronisation de bassin à bassin » sur les précautions qu'il fallait prendre dans son application; mais il a également exposé les faits qui permettaient d'employer ce critère.

Ce travail de corrélation est un des buts des différents congrès de stratigraphie du Carbonifère qui se sont tenus à Heerlen en 1927, 1935 et 1951. Les principales subdivisions du Carbonifère les plus généralement admises sont celles du tableau ci-dessous, d'après P. PRUVOST et W. J. JONGMANS. Ces auteurs l'ont proposé comme cadre « passe-partout » pour la stratigraphie du Carbonifère continental. Ce cadre est plus particulièrement adapté aux bassins paraliques.

Pennsylvanien	Autunien	
	Stéphanien	C
		B
		A
	Westphalien	D
		C
		B
		A
	Namurien	C
		B
		A

D'après W. J. Jongmans et P. Pruvost (1950)

SUBDIVISIONS DU CARBONIFERE CONTINENTAL DANS L'EUROPE OCCIDENTALE

DIVISIONS	FLORES	FAUNES MARINES	FAUNES LIMNIQUES
AUTUNNIEN	<u>Callipteris</u> et <u>Lebachia</u> (<u>Walchia</u>)		<u>Escheria tenella</u> - <u>Anthr.</u> <u>Goldfussi</u>
STÉPHANIEN	C Nombreuses Pécoptéridées Genre <u>Odontopteris</u> en régression Apparition des <u>Lebachia</u> (<u>Walchia</u>) et de <u>Taeniopteris</u>		?
	B Pécoptéridées nombreuses Apogée du genre <u>Odontopteris</u> avec <u>O. minor</u> <u>Zelleri</u> <u>Callipteridium pteridium</u>		<u>Anthracoconauta stephaniensis</u>
	A <u>Pecopteris lamurensis</u> <u>Mixoneura flexuosa</u> Apparition des <u>Odontopteris</u> et <u>Callipteridium</u>		<u>Escheria cebennensis</u> <u>Leola Baentschi</u> <u>Anthracomya prolifera</u>
	D <u>Mixoneura</u> abondants (type <u>M. ovata</u> <u>Hoff.</u>) Apparition des <u>Pecopteris cyathoides</u>		<u>Anthracoconauta tenuis</u> <u>Anthracomya Weissi</u>
WESTPHALIEN	C <u>Neuropteris attenuata</u> <u>Neuropteris Schuchzeri</u> <u>Neuropteris linguafolia</u> - <u>P.B.</u>	N. marin Rimbart - Aegir à <u>Anthracoconauta aegiranum</u>	<u>Anthracoconauta Phillipsii</u> <u>Escheria Simoni</u> Disparition du genre <u>Naiadites</u>
	B <u>Lonchopteris rugosa</u> <u>Neuropteris hollandica</u> <u>Neuropteris gigantea</u>	N. de Poissonnière = <u>Catharina</u> à <u>Gastrioceras catharinae</u>	<u>Carbonicola similis</u> <u>Carbonicola communis</u> <u>Carbonicola crista</u>
	A <u>Neuropteris Schlehani</u> <u>Alethopteris lonchitica</u> <u>Mariopteris acuta</u>	<u>Sphenopteris Haeninghausi</u> inférieure <u>Eumorphoceras superbilingue</u>	<u>Anthracomya bisulcata</u>
	C <u>Pecopteris aspera</u> <u>Neuropteris Schlehani</u> <u>Mariopteris acuta</u>	Niveaux marins à <u>Reticuloceras</u>	<u>Anthracoconauta belgica</u>
NAMURIEN	B <u>Pecopteris aspera</u> <u>Neuropteris Schlehani</u> <u>Mariopteris mosana</u> et <u>M. acuta</u>	Niveaux marins à <u>Nuculoceras</u> <u>Eumorphoceras bisulcatum</u> et <u>pseudobilingue</u> , <u>Homoceras</u>	
	A <u>Sphenopteris adiantoides</u>		

d'après W.-J. JONGMANS et P. PRUYOST (1950)

STRATIGRAPHIE ET DISCUSSION

Il a été légèrement modifié en ce qui concerne les plantes caractéristiques du Stéphanien.

Les assises du Carbonifère briançonnais que nous avons distinguées viennent se placer dans ce cadre de la manière suivante :

ASSISE	PLANTES GUIDES	ECHELLE STRATIGRAPHIQUE
Assise de Courchevel	<i>Odontopteris</i>	Stéphanien B
Assise de Tarentaise	<i>Mixoneura</i>	Stéphanien A
	<i>Pecopteris lamurensis</i>	Westphalien D (?)
Assise de la Madeleine	<i>Neuropteris linguaeifolia</i>	Westphalien C
		Westphalien B (?)
Assise de La Benoite	<i>Neuropteris Schlehani</i>	Westphalien A
Assise de Pasquier	<i>Rodea</i>	Namurien
	<i>Sphenopteris Dubuissoni</i>	
	<i>Mariopteris laciniata</i>	

DISCUSSION

LIMITES DES DIFFÉRENTES ASSISES

Rien ne permet sur le terrain de fixer d'une manière rigoureuse les limites des différentes assises du Carbonifère de la zone interne. Seule celle de Courchevel échappe à cette règle :

- 1) par ses caractères pétrographiques particuliers conglomératiques, et, d'une façon générale, par ses roches de teinte plus claire que le reste du terrain houiller;
- 2) par le fait qu'elle est discordante sur les assises inférieures du Carbonifère.

Il a été possible de la cartographier de façon précise (R. FEYS, 1957; J. FABRE, 1958).

Les autres assises présentent des faciès peu différenciés. On passe insensiblement de l'une à l'autre, sans constater de variations importantes dans la nature des roches ou de différences brutales dans la composition de la flore. Les seules variations brusques que nous avons pu observer étaient dues à la présence d'accidents tectoniques importants.

Les limites que nous avons tracées sur la carte des Alpes pour indiquer l'extension géographique des différentes assises ne traduisent qu'une approximation assez large, et il ne faut pas leur accorder la même valeur qu'aux tracés de véritables contacts géologiques.

A propos des limites, il nous faut rappeler également que le substratum du terrain houiller est la plupart du temps inconnu. Dans la région de Briançon proprement dite, il est toujours en contact anormal avec des terrains plus récents. Plus au Nord, dans le massif du Rutor, il repose sur des terrains cristallins qui semblent bien représenter le socle (J. FABRE, 1958). Mais malheureusement, faute de fossiles, nous ne savons pas encore l'âge des séries houillères les plus inférieures en contact avec le cristallin.

LE WESTPHALIEN B

Dans le tableau de concordance du Carbonifère des Alpes avec l'échelle stratigraphique générale du Carbonifère continental, on peut constater qu'il n'y a pas d'assise correspondant au Westphalien B. Deux hypothèses peuvent être envisagées pour expliquer cette absence :

1°) — Le Westphalien B ne s'est pas déposé.

Il y aurait alors une lacune stratigraphique à l'intérieur du Carbonifère. Si une telle lacune existait, elle correspondrait *grosso modo* à celle qui a été observée par R. H. WAGNER (renseignement oral) en Espagne, dans les Asturies.

Selon ce dernier, elle serait due à une phase tectonique ou plus précisément à des mouvements épéirogéniques.

Mais rien ne vient confirmer cette hypothèse. Dans les régions où l'on est en mesure de supposer que l'on observe une succession normale des assises, ce qui est le cas pour la rive gauche de la Guisane dans la région de Briançon, tout suggère au contraire un passage continu. Ainsi, on passe progressivement de l'assise de la Benoite (caractérisée par l'abondance des *Neuropteris Schlehani*) à l'assise de la Madeleine (riche en *Neuropteris linguae-folia*).

2°) — L'absence de Westphalien B n'est qu'apparente, et provient seulement de l'impossibilité où nous sommes de caractériser paléontologiquement cette assise. Ce qui est beaucoup plus probable.

Cette absence d'espèce, caractéristique du Westphalien B, est-elle particulière aux Alpes ?

Quand on regarde de près les listes de fossiles provenant du Westphalien B du Nord de la France par exemple, ou encore un tableau représentant l'extension stratigraphique des espèces courantes ou caractéristiques du Carbonifère tel que nous le reproduisons à la page 173, on constate que la flore du Westphalien B ne comprend pas d'espèces particulières à cet étage.

On constate la présence, soit d'espèces apparues au Westphalien A et qui persistent au Westphalien B, soit d'espèces qui apparaissent au Westphalien B et qui montent dans le Westphalien C et parfois plus haut, ce qui donne à la flore du Westphalien B les caractères d'une zone de transition.

Dans le bassin houiller du Nord, seul le *Lonchopteris rugosa* est considéré comme une plante caractéristique du Westphalien B. En fait, il est particulièrement abondant aux environs du niveau marin de Poissonnière. Malheureusement, cette espèce n'a pas une répartition géographique qui permet des corrélations à grandes distances. A son sujet, rappelons que P. BERTRAND et P. CORSIN (1930) ont remarqué qu'elle était très rare dans le terrain houiller de Grande-Bretagne, ce qui lui fait perdre beaucoup de son intérêt.

De toutes manières, nous ne l'avons jamais observée dans les Alpes. Il faut noter que cette absence va de pair avec la rareté des Aléthoptéridées, fait que nous avons constaté de façon générale.

Au début des recherches sur le terrain (C. GREBER, 1952), j'avais cru pouvoir caractériser le Westphalien B, par la présence du *Pecopteris pennaeformis*. Mais, par la suite, cette espèce ne s'est jamais montrée très abondante, et de plus, elle n'est pas particulièrement caractéristique de cet étage puisqu'elle est aussi fréquente dans le Westphalien C. Je l'ai retrouvée d'ailleurs parmi la flore caractérisée par la présence de *Neuropteris linguae-folia* de l'assise de la Madeleine.

On ne dispose donc d'aucun critère pour définir paléontologiquement une assise correspondant au Westphalien D. On pourrait, à la rigueur, dire que c'est cette zone mal délimitée, sans fossiles particuliers, située entre l'assise à *Neuropteris Schlehani* et celle à *Neuropteris linguaefolia* et la définir ainsi par différence. Mais une telle distinction n'aurait que peu d'intérêt et serait souvent arbitraire; aussi est-il préférable, pour l'instant, de laisser la question en suspens.

Il faut remarquer aussi que, tout bien pesé, si dans le terrain houiller du Nord de la France le Westphalien B n'était pas délimité à sa base et à son sommet par la présence de niveaux marins, et si l'on n'avait eu que la flore pour définir son extension et les limites, il est probable qu'on aurait rencontré les mêmes difficultés que nous éprouvons ici, et peut-être même cette subdivision du Westphalien ne se serait-elle pas imposée. Enfin, il est intéressant de rapprocher cette remarque de celle de D. LAURENTIAUX à propos des faunes entomologiques.

Il ne connaît pas d'espèces propres au Westphalien B, tandis que les faunes du Westphalien A et celles du Westphalien C sont nettement différentes (renseignement oral).

Les faunes limniques ne sont pas davantage caractéristiques.

LIMITE DU WESTPHALIEN ET DU STÉPHANIEN

La limite entre le Westphalien et le Stéphanien a été définie au Congrès de Heerlen (1927, p. 27) comme se plaçant à un niveau qui, dans le bassin sarro-lorrain est celui du conglomérat de Holz.

Cette limite correspond à une lacune stratigraphique plus ou moins importante selon les localités.

P. BERTRAND et P. PRUVOST (1935) ont souligné que ce conglomérat « repose en discordance et en transgression le long de la selle palatine sur des niveaux différents du « Westphalien supérieur ».

Quand le « Westphalien supérieur » est très développé, comme c'est le cas dans le gisement situé au Sud de la Houve, on y observe, comme l'a fait remarquer P. CORSIN (1952), un passage insensible du Westphalien au Stéphanien.

Au point de vue paléobotanique la limite est beaucoup moins nette. D'après P. CORSIN (1952), la zone de Faulquemont, c'est-à-dire la partie la plus supérieure du Westphalien D, serait caractérisée par les espèces suivantes :

Abondance de :

Mixoneura sarana

et

Alethopteris lonchitifolia

Présence de :

Pecopteris saraepontana

Pecopteris longifolia

Mariopteris nervosa

Mariopteris sarana

Mariopteris Leharlei

Pecopteridium Devillei

Pecopteridium Armasi

Fréquence de :

Pecopteris saraefolia
Pecopteris pectinata
Pecopteris micromiltoni

Mais à côté de ces plantes on voit apparaître en assez grand nombre des espèces stéphanien-
 niennes :

Pecopteris unita
Pecopteris polymorpha
Dicksonites Plückeri

et de nombreux *Pecopteris* de la famille des *Pecopteris cyatheoides*. Ce qui donne à cet ensemble les caractères d'une flore de transition.

S'il n'y avait pas le conglomérat de Holz, il serait très difficile et même impossible de tracer une limite (1). Or c'est précisément le cas de la zone interne des Alpes où l'on a un passage continu du Westphalien au Stéphanien. Aussi, a-t-on été amené à grouper dans une seule assise (assise de Tarentaise) un ensemble de terrains qui correspondent au Westphalien D et au Stéphanien inférieur (Stéphanien A), le Stéphanien inférieur étant compris au sens défini par P. PRUVOST et P. CORSIN (1949).

L'assise de Tarentaise est caractérisée par les espèces suivantes :

Mixoneura flexuosa (en grande abondance)
Pecopteris lamurensis (très abondant)
Pecopteris polymorpha
Pecopteris Candollei
 et autres *Pecopteris cyatheoides*
Dicksonites Plückeri
Cordaïtes
Annularia stellata
Annularia sphenophylloides
Asterophyllites equisetiformis forme SCHLOTEIMI

On peut nuancer la stratigraphie, mais sans pouvoir cependant trouver de coupures nettes :

En Maurienne, dans la région de l'Arrendier, près de Valmenier, ainsi qu'aux environs du Col des Encombres, il est probable que nous avons affaire à la partie inférieure de l'assise de Tarentaise qui correspond au Westphalien D.

(1) Le Stéphanien de Sarre et Lorraine (couches d'Ottweiler) a été subdivisé en trois termes d'après des caractères locaux (P. PRUVOST, 1934). Il comprend : une assise inférieure (Sarrelouis), une moyenne (Potsberg), une supérieure (Breitenbach), que l'on fait correspondre, respectivement, au Stéphanien A, B et C.

On peut remarquer que parmi la flore de l'assise de Sarrelouis on rencontre un bon nombre de plantes du Stéphanien moyen. P. BERTRAND (in P. PRUVOST, 1934) y a cité : *Odontopteris Reichi* (minor Zeilleri POTONÉ), *Alethopteris Grandini*, *Walchia imbricata*; P. CORSIN (1952) *Odontopteris* cf. *obtusa*, *Walchia pinniformis*, *Alethopteris Grandini* GÜTHORL (1952, p. 255) a cité dans l'assise de Gottelborner qui correspond à celle de Sarrelouis : *Callipteridium gigas*, *Odontopteris Reichi*, *Sphenophyllum oblongifolium*, *Pecopteris feminaeformis*. J'ai pu faire les mêmes observations lors de l'étude de certains sondages situés au Sud de la Houve qui ont traversé cette assise. Comme plantes caractéristiques du Stéphanien inférieur on ne trouve que *Pecopteris arborescens* et *Pecopteris lamurensis*.

On peut se demander si ce que l'on rapporte au Stéphanien A en Sarre et Lorraine correspond rigoureusement à celui du Massif Central français ou si l'on n'aurait pas plutôt affaire à une zone plus élevée du Stéphanien, qui pourrait correspondre soit au sommet du Stéphanien A, soit à la base de B.

La discordance du conglomérat de Holz soulignerait alors en certains points une lacune stratigraphique qui correspondrait à une partie du Stéphanien inférieur. En d'autres points où la discordance est moins forte et où il semble y avoir passage continu du Westphalien au Stéphanien, il se pourrait que les couches tout à fait supérieures de ce que l'on rapporte au Westphalien D soient contemporaines du dépôt du Stéphanien A du Massif Central et des Alpes.

On peut noter dans la flore, à côté des *Mixoneura flexuosa* à pinnules généralement petites, ce qui les rapproche du type *Mixoneura ovata*, la présence de *Pecopteris saraepontana* ainsi que *Pecopteris* cf. *Miltoni*.

Plus au Nord, dans les vallées de Saint-Martin de Belleville, des Allues et du Doron de Bozel, la flore est caractérisée par la grande abondance de *Mixoneura flexuosa*, et *Pecopteris lamurensis*. Ces assises représentent le Stéphaniens inférieur proprement dit.

Enfin en Tarentaise, sur la rive gauche de l'Isère, la flore des environs de Sangôt comprend des *Mixoneura* à très larges pinnules (*Mixoneura flexuosa* var. *opulenta*). On y trouve encore *Pecopteris lamurensis*, mais on peut noter la présence de *Sphenophyllum oblongifolium* et *Dicksonites Sterzeli*. Il s'agit sans doute de la partie supérieure de l'assise de Tarentaise qui correspondrait au sommet du Stéphaniens A.

Enfin, rappelons que dans la flore de l'assise de Tarentaise, les Sigillaires et les Lépidodendrons sont moins abondants que dans les assises du Westphalien inférieur et moyen. Les causes de cette raréfaction ont été discutées plus haut et je me suis demandé si ce caractère de la flore ne pouvait pas être utilisé au point de vue stratigraphique pour distinguer le Westphalien et le Stéphaniens. Cette observation semble valable dans une très large mesure pour une première approximation, mais il ne faut pas y attacher une trop grande valeur.

Ce n'est pas un argument de ce genre qui tranchera la question des limites entre le Westphalien et le Stéphaniens.

ASSISE DE COURCHEVEL

Cette assise est bien définie géologiquement (FABRE, 1958). Il est inespéré d'avoir pu la dater par des fossiles, étant donné sa nature stérile et conglomératique. La flore du lac de la Loze permet de la rapporter au Stéphaniens B.

J. FABRE et R. FEYS sont d'accord pour assimiler à l'assise de Courchevel la série gréseuse et conglomératique de Roche Château. Mais les seuls fossiles trouvés dans cette série sont des gros blocs de bois silicifiés à l'intérieur d'un banc de conglomérat. Ces bois montrent en lame mince des structures anatomiques bien conservées (Pl. 60, fig. 1 à 4). Pour le moment, ils n'ont pas été déterminés spécifiquement, mais on peut dès à présent préciser qu'il s'agit de bois de Coniférales, à en juger par les ponctuations aréolées des vaisseaux ligneux.

La présence de Coniférales dans la série de Roche Château permet de dire qu'il s'agit certainement d'un niveau très élevé du Carbonifère, mais sans pouvoir être plus précis.

IV. Prolongement du houiller de la zone briançonnaise en Italie et en Suisse

La bande houillère briançonnaise se prolonge en Italie et en Suisse. Elle se termine à environ deux kilomètres à l'Ouest de l'hospice du Simplon. Large d'une dizaine de kilomètres à la frontière franco-italienne du Petit-Saint-Bernard, elle se resserre très fortement en Suisse.

Très peu d'empreintes déterminables ont été récoltées en Italie et en Suisse. Le seul point où a été trouvée une flore de quelque importance est le col du Petit-Saint-Bernard (PEOLA, 1903). Il a déjà été question de ce gisement à propos de la Tarentaise; nous n'y reviendrons pas.

En Suisse, dans la zone pennique, les récoltes de fossiles sont encore plus rares. La seule mention de plantes carbonifères a été faite par E. GAGNEBIN et N. OULIANOFF (1942). Ils signalent de mauvaises empreintes de plantes en deux points :

- 1°) Arpalles, à l'Est d'Orcières
- 2°) Galerie Ettrey, des mines de Grône à E-NE de Sion.

Il s'agit dans les deux cas de traces de *Pecopteris*, qui pourraient, selon ces auteurs, se rapporter au *Pecopteris Miltoni* Artis.

De toutes façons, il est impossible de dater ces terrains d'après ce fossile.

Récemment, N. OULIANOFF (1957) a fait allusion à des fossiles trouvés dans la région de Grône qui permettraient d'attribuer au Carbonifère de cette région un âge Westphalien supérieur. Plus loin il dit qu'il serait de même âge que le Carbonifère de la région du Châtelard-Alesse dans le massif des Aiguilles Rouges.

Ces conclusions sont en contradiction avec l'opinion de W.J. JONGMANS qui a étudié ces fossiles, puisque N. OULIANOFF publie dans la même note un passage d'une lettre que lui a adressée cet auteur, où il est dit :

« De l'examen de la flore de Grône il résulte qu'elle est encore reliée au Westphalien D, mais la présence de *Callipteridium*, *Odontopteris*, et de plusieurs espèces de *Pecopteris*, nous informe qu'elle doit être rangée dans le *Stéphanien inférieur*. C'est aussi le cas pour toutes les localités suisses que j'ai étudiées, à l'exception de Manno, où la flore peut être plus ancienne, mais la plupart des échantillons sont tellement mal conservés et fragmentaires qu'une décision est impossible. »



FIGURE 33

Pour l'instant c'est cette dernière opinion qui doit être retenue au sujet de l'âge du Carbonifère de la zone pennique en Suisse. D'après ces renseignements, nous pouvons supposer qu'il s'agit vraisemblablement de l'assise de Tarentaise (1).

(1) Note ajoutée en cours d'impression :

Dans sa révision de la flore carbonifère de la Suisse, W. J. JONGMANS (1960) cite, en provenance des mines de Grône, les espèces suivantes :

Alethopteris ambigua LESQ. (A. Friedeli P. B.)
Alethopteris bohémica FRANK
Alethopteris ingbertensis BENCKE
Alethopteris Zeilleri WAGNER (= *A. grandini* ZEILLER)
Alethopteris sp.
Calamites Suckowi BRGT.
Callipteridium sp. (cf. *pseudogigas* WAGNER)
Neuropteris ovata HOFFM. (= *Mixoneura*)
Odontopteris Brardi BRGT.
Pecopteris cyathea SCHL.
Pecopteris cf. *clavatica* ZEILLER
Pecopteris pectinata P. B.
Pecopteris plumosa BRGT.
Pecopteris polymorpha BRGT.
Sphenopteris cf. *Matheti* ZEILLER
Stigmaria ficoides BRGT.

Il attribue à cet ensemble un âge stéphanien A avec une légère tendance au Stéphanien B.

Ceci représente bien, à mon avis, la partie supérieure de ce que j'ai appelé assise de Tarentaise.

Répartition géographique des assises

(voir carte en annexe)

Les lambeaux de terrains houillers datés paléontologiquement qui affleurent au Sud de Briançon (Saint Crépin, col de Tramouillon, l'Argentière) sont d'âge westphalien C (assise de la Madeleine). Dans le massif de Peyre Eyraute on ne connaît que des terrains de même âge, c'est-à-dire que l'on n'observe que les assises supérieures du Westphalien. Ceci n'a rien d'étonnant puisque la bande houillère s'enfonce vers le Sud sous des terrains plus récents. Les assises conglomératiques qui constituent le Bois des Ayes, ainsi que celles qui affleurent plus au Sud aux Chalets de Clapeyto, ont été rapportées par R. FEYS (1957) à l'assise de Courchevel, Stéphanien moyen) mais l'on ne possède pas, en ces points, de preuves paléontologiques.

Ce que l'on connaît du Carbonifère de la plaine de la Durance, au Sud de Briançon, se rapporte également à l'assise de la Madeleine.

Le Massif du Prorel pose un problème qui n'est pas résolu faute d'arguments décisifs. Les points fossilifères sont concentrés autour de la concession de La Combarine, près de Puy St. André, et permettent de rattacher le terrain houiller qui est exploité au Westphalien C. La partie est du massif, couverte par une belle forêt de mélèzes, ne peut être datée, faute de fossiles. Dans les listes des anciens auteurs on peut cependant relever, en provenance de Puy Richard et de La Combarine des espèces qui, si leur détermination était exacte, indiqueraient un âge westphalien inférieur. Enfin, dans les déblais d'anciens travaux et dans les affleurements situés à l'Est et au Nord de La Combarine, j'ai récolté en assez grande abondance des *Mariopteris* qui pourraient se rapporter à l'espèce *Mariopteris laciniata* Potonié, qui est une plante namurienne. Malheureusement, je ne suis pas certain de cette détermination. Si cela était, le terrain houiller du massif du Prorel aurait une structure plus compliquée qu'on peut le croire à première vue. L'accident qui limite à l'Est les travaux de la mine de La Combarine (R. FEYS, 1957), serait très important et mettrait en contact du Westphalien C et du Westphalien inférieur, voire même du Namurien. Cet accident, qui présente une direction NW-SE, pourrait se raccorder avec celui de la rive gauche de la Guisane (R. FEYS 1957) qui met en contact le Namurien ou le Westphalien A avec le Mésozoïque, ou le Westphalien C, selon les points. Ce serait donc le prolongement de l'accident du grand pli anticlinal déversé, à flanc inverse laminé qui constitue la rive gauche de la Guisane.

Rappelons que dans la partie du terrain houiller, qui s'étend de Puy St. Pierre à la falaise de Notre-Dame des Neiges, on observe des couches renversées (R. FEYS, 1957), ce qui viendrait corroborer notre hypothèse.

Dans les montagnes qui séparent la vallée de la Guisane de celle de la Clarée, le Namurien

(assise de Westphalien Pasquier), le Westphalien A (assise de La Benoite) et le Westphalien C (assise de la Madeleine), sont bien représentés. Ces assises s'alignent selon la direction générale du Carbonifère. Les terrains plus anciens affleurent grâce à la présence d'anticlinaux déversés, à flancs inverses laminés. La coupe suivante schématise la structure du terrain houiller de la rive gauche de la Guisane.

COUPE TRANSVERSALE PAR LE MONËTIER ET LA CROIX S^TE ELISABETH

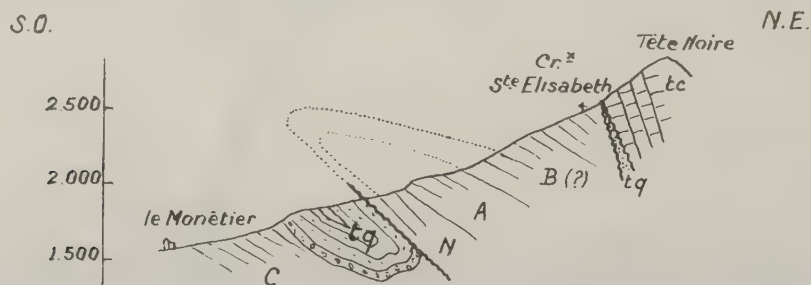


FIGURE 34

Les terrains carbonifères qui forment les montagnes de la rive gauche et du fond de la vallée de la Clarée sont d'âge westphalien C. Cette assise, qui affleure largement, présente une structure de détail très complexe; elle se poursuit au Nord dans le massif du Mt. Thabor et c'est également elle qui constitue le massif de Roche Noire.

Le terrain houiller productif au Sud de Valloire est de même âge.

Au Nord du Col de la Madeleine, qui sépare le Briançonnais de la Maurienne, on voit apparaître des assises plus récentes qui constituent ce que nous avons appelé l'assise de Tarentaise, qu'on peut suivre de Valmenier au Sud de l'Arc et qui forme la majeure partie du Houiller des vallées de St. Martin de Belleville et des Allues ainsi que les montagnes qui les séparent. Elle est recoupée par la vallée du Bozel et c'est elle encore qui affleure en Tarentaise sur la rive gauche de l'Isère. Il semblerait, d'après les dernières découvertes (N. OULIANOFF, 1957) que c'est à cette assise que doit se rapporter, sinon en totalité, du moins en partie, le Carbonifère de la zone pennique en Suisse. Mais cette assise ne constitue pas, comme on pouvait le croire primitivement (C. PUSSENOT, 1930) tout le Houiller de la Maurienne et de la Tarentaise. La vallée de l'Arc, qui recoupe très profondément la zone houillère, a mis à jour des assises plus anciennes. C'est ainsi que le terrain houiller des environs immédiats de St. Michel de Maurienne est d'âge westphalien C. On voit donc réapparaître ici l'assise de la Madeleine. Enfin, au cœur même de la vallée de l'Arc, les grès de la Pra représentent vraisemblablement des terrains encore plus anciens, mais qui n'ont pu être datés paléontologiquement. Plus au Nord, le Carbonifère qui constitue la digitation de Moutier a pu être daté par des fossiles trouvés sur la route de Villarlurin, où quelques fragments de *Mariopteris* et d'assez nombreux échantillons de *Neuropteris linguaeifolia* permettent de le rapporter à l'assise de la Madeleine (Westphalien C). Ce qui démontre que le Carbonifère de la digitation de Moutier fait partie du bassin briançonnais.

Je pense que la majeure partie du Carbonifère, qui affleure sur la rive droite de l'Isère en Tarentaise, est d'âge westphalien à en juger d'après l'abondance de débris de Lépidophytes que l'on trouve dans les déblais des mines des Chapelles, au village des Chapelles. La découverte par J. FABRE de restes de *Mariopteris* au pont de Landry, dans le fond de la vallée de l'Isère, vient confirmer cette interprétation. En l'espèce, il s'agit d'un *Mariopteris acuta* var. *grandis* Gothan, ce qui indiquerait la présence de Westphalien inférieur. Mais d'après l'observation d'une unique espèce on ne saurait être plus précis.

Le Carbonifère du col du Petit St. Bernard ne peut être daté dans son ensemble. Si l'on regarde les listes de fossiles qui en proviennent, on est frappé par la diversité d'âge des espèces qui y ont été observées. Le terrain houiller de la région est très tectonisé et il doit y avoir dans la zone carbonifère un certain nombre d'écaillés qui mettent en contact des assises très différentes. Pour débrouiller cette structure très complexe (la présence de cicatrices de cargneules le prouve, J. FABRE, 1958), il faudrait trouver des gîtes fossilifères en nombre suffisant et être certain qu'ils sont en place (1).

Pour le moment, nous pouvons seulement affirmer l'existence du Westphalien (peut-être du Westphalien inférieur, certainement du Westphalien moyen) et que certains indices (présence de *Mixoneura* dans les blocs éboulés) font penser que l'assise de Tarentaise y est également représentée.

Enfin, le Stéphanien moyen (assise de Courchevel) a une répartition géographique assez étendue et plus capricieuse. Discordant sur l'ensemble du Houiller productif, il se rencontre surtout à l'Est de la zone briançonnaise. Il existe cependant également à l'Ouest, où il forme la série de Roche Château, entre la Maurienne et le Briançonnais (voir R. FEYS, 1957; J. FABRE, 1958).

(1) Note ajoutée en cours d'impression :

Depuis, J. FABRE y a trouvé une flore à *Neuropteris linguaefolia* P. B. qui prouve l'existence du Westphalien C (assise de la Madeleine).

QUATRIÈME PARTIE

FLORE DES BASSINS CARBONIFÈRES
DE LA ZONE EXTERNE
ET DES MASSIFS CRISTALLINS DES ALPES

En dehors de la zone briançonnaise (zone pennique des auteurs suisses), les Alpes recèlent de nombreux affleurements de Carbonifère qui se présentent, soit sous la forme de synclinaux pincés dans les terrains cristallins ou qui apparaissent sous des sédiments plus récents (Barles), soit en lambeaux entraînés dans des nappes d'origine lointaine (Taninges). Ces affleurements constituent les bassins de la zone externe des massifs cristallins. Certains contiennent des couches d'anthracite qui ont donné lieu à des exploitations minières d'importance variable. L'ensemble des affleurements les plus importants et les plus riches en anthracite forment le « bassin de la Mure ».

La plupart de ces affleurements de Carbonifère ont fourni des flores qui permettent de les dater paléontologiquement. Si l'on excepte l'ouvrage de W. KILIAN et J. REVIL (1908) qui réunit un grand nombre de déterminations anciennes, il est difficile d'avoir une vue d'ensemble de ces flores sans se reporter à une multitude de travaux ayant trait à la description géologique de régions déterminées, et à un grand nombre de notes de détail dispersées dans différentes publications.

Il m'a semblé utile de regrouper ici les connaissances paléobotaniques que l'on possède à leur sujet afin de pouvoir comparer utilement ces flores avec celles de la zone briançonnaise.

Les listes de fossiles concernant ces bassins ont été établies en utilisant de préférence les travaux les plus récents. En effet, les déterminations réunies dans l'ouvrage de W. KILIAN et J. REVIL ont des valeurs inégales; ceci est surtout vrai pour les plus anciennes.

Dans certains cas, il a été possible de les corriger, soit en se reportant aux échantillons conservés dans différentes collections ou à des figures publiées, soit après étude de nouvelles récoltes de fossiles.

Pour avoir une certaine homogénéité dans la terminologie, il a été tenu compte, dans la mesure du possible, de la synonymie des espèces.

Enfin, cette partie ne comporte pas seulement un travail de compilation, mais fait aussi état des nouvelles observations et études récentes que j'ai pu effectuer sur certains gisements.

On trouvera en tête du paragraphe consacré aux divers gisements une bibliographie sommaire des principaux travaux utilisés pour établir les listes de fossiles.

L'auteur des déterminations est mentionné. Les flores carbonifères des Alpes suisses et autrichiennes y sont également citées.

Comme pour la zone briançonnaise, les régions étudiées sont prises suivant un ordre géographique arbitraire en allant du Sud vers le Nord (voir carte en annexe) à savoir :

- 1) Synclinaux houillers du massif de Mercantour
- 2) Barles
- 3) Synclinaux houillers du massif des Grandes-Rousses

- 4) Bassin de La Mure. (On a réuni sous ce nom le Carbonifère du Sud de Belledonne, depuis La Boutière à Aspres-les-Corps, et qui constitue dans un sens large le bassin de La Mure).
Une mention spéciale est faite pour le Carbonifère d'Oris et Entraigues, situé à l'Est de La Mure, dont l'âge est différent.
- 5) Massif de Belledonne
Grès d'Allevard
Petit Cœur
Beaufort et lac de la Girotte
Vallée de l'Arly
- 6) Région de St Gervais-Chamonix
- 7) Carbonifère entre les Aiguilles Rouges et le Mont Blanc et son prolongement en Suisse jusqu'à dans le massif de la Dent de Morcles (Outre-Rhône)
- 8) Taninges (nappe de la Brèche) dans les Préalpes
- 9) Autres gisements de Carbonifère des Alpes suisses en dehors de la zone pennique (Tödi Manno)
- 10) Alpes autrichiennes. « Stangalpe ».

L'âge attribué à ces flores ne correspond pas toujours à celui qui a été donné par les premiers auteurs qui les ont étudiées. Nous avons tenu compte ici des dernières données de la stratigraphie du Carbonifère.

LAMBEAUX CARBONIFÈRES DU MASSIF DU MERCANTOUR

1946. P. CORSIN, A. FAURE-MURET. Découverte d'une florule stéphanienne au Cirque de Ferisson, près de Saint-Martin-Vésubie (Alpes-Maritimes). *C.R. Soc. géol., Fr.*, p. 246-248.
1951. P. CORSIN, A. FAURE-MURET. Nouvelle flore du Stéphanien à l'Est de Saint-Martin-Vésubie (Alpes-Maritimes). *C.R. Soc. géol., Fr.*, p. 57-59.
1955. A. FAURE-MURET. Etudes géologiques sur le massif de l'Argentera-Mercantour et ses enveloppes sédimentaires. *Mém., Carte géol., Fr.*, 1 vol., 336 p.

Deux gîtes fossilifères découverts par A. FAURE-MURET, permettent de dater le Houiller du massif de Mercantour.

Listes des végétaux fossiles d'après des déterminations de P. Corsin

1°) Sud de la Croix de Férisson.

Callipteridium pteridium SCHLOTHEIM
Pecopteris unita BRONGNIART
Annularia sphenophylloides ZENKER
Calamites cf. *Cisti* BRONGNIART
Neuropteris cordata BRONGNIART
Sphenophyllum oblogifolium GERMAR et KAULFUSS
Pecopteris polymorpha BRONGNIART
Mixoneura cf. *alpina* P.B. = *N. flexuosa* GD'EU (quelques pinnules)

Pecopteris (Dicksonites) cf. Plückereti SCHLOTHEIM

Cardiocarpus sp.

Sphenopteris sp.

Pecopteris sp.

2°) 1 km au Sud-Est du gîte précédent, au S-SW du col, entre la cime de Montjoya et celle de la Valette :

Callipteridium pteridium SCHLOTHEIM

Cf. *Callipteridium pteridium* SCHLOTHEIM

Pecopteris Bioti BRONGNIART

Pecopteris polymorpha BRONGNIART

Pecopteris cf. polymorpha BRONGNIART

Pecopteris cyathea SCHLOTHEIM

Pecopteris cf. cyathea SCHLOTHEIM

Dicksonites Plückereti SCHLOTHEIM

Alethopteris Grandini BRONGNIART

Sphenophyllum oblongifolium GERMAR et KAULFUSS

Aulacopteris (tige de *Callipteridium* ?)

Calamites Cisti BRONGNIART

Calamites sp.

Annularia stellata SCHLOTHEIM

Annularia sphenophylloides ZENKER

Cardiocarpus sp.

Cordaites cf. lingulatus GRAND'EURY.

Ces deux gîtes fossilifères font partie d'un même synclinal dont l'épaisseur des couches ne dépasse pas 150 m. Il n'y a donc pas lieu de les séparer.

D'après P. CORSIN et A. FAURE-MURET, la flore Montjoya indique un âge stéphanien moyen, par la présence de nombreux *Callipteridium pteridium* et de *Sphenophyllum oblongifolium*, mais la présence de *Mixoneura* à Férissou fait penser qu'il s'agit : soit du sommet du Stéphanien inférieur, soit de l'extrême base du Stéphanien moyen.

CARBONIFÈRE DE BARLES

1891. E. HAUG. Les chaînes sub-alpines entre Gap et Digne. Contribution à l'histoire géologique des Alpes françaises. *Bull. Serv. Carte géol., Fr.*, 3, n° 21, p. 14-15.

1908. W. KILIAN, J. REVIL. Etude géologique dans les Alpes occidentales. *Mém. Carte géol., Fr.*, 2, n° 1, p. 109.

Dans la gorge de Bès, au Nord de Digne, apparaît un petit affleurement de Carbonifère long de 600 m, large de 100 m environ, visible sur une trentaine de mètres d'épaisseur. Il est surmonté avec une très faible discordance angulaire, par le Trias inférieur qui dessine un léger bombement anticlinal.

Il a été décrit par E. HAUG, qui a donné la liste de plantes suivantes :

Pecopteris cyathea SCHLOTHEIM

Pecopteris arguta BRONGNIART (= *P. feminaeformis* SCHLOTHEIM)
Pecopteris cf. *polymorpha* BRONGNIART
Pecopteris cf. *arborescens* SCHLOTHEIM
Alethopteris Grandini BRONGNIART
Callipteridium mirabile ROST (= *C. pteridium*)
Cyclopteris
Calamites ramosus BRONGNIART
Annularia stellata SCHLOTHEIM
Asterophyllites sp.
Cordaites sp.

E. HAUG concluait : « Les couches à anthracite de Barles appartiennent donc au terrain houiller supérieur et viennent se placer au même niveau que les gisements houillers de la première zone alpine, en particulier ceux de La Mure (Isère). Elles sont d'âge plus récent que les gisements du Briançonnais qui font partie de l'étage inférieur »...

La liste de R. ZEILLER in W. KILIAN et J. REVIL, 1908 p. 109) est semblable à celle donnée par E. HAUG, à deux espèces près :

Calamites cannaeformis SCHLOTHEIM
Sigillaria tessellata BRONGNIART

SONDAGE DE BARLES

Sous l'impulsion de J. GOGUEL (1) un sondage fut entrepris par le Bureau de Recherches Géologiques, Géophysiques et Minières, afin de savoir si ce minuscule pointement de terrain houiller n'était pas l'indice d'un gisement plus important.

Le sondage, placé en amont de Barles (feuille de Digne, x = 916,70; y = 226,70; z = 1 200 env.) fut effectué de Juillet 1952 à 1953.

Pour des raisons de commodité d'exécution, le sondage a dû recouper 2 m d'alluvions, 84 m de quartzite du Trias avant d'atteindre le terrain houiller. Il a été arrêté dans le Carbonifère à la profondeur de 453,45 m à la suite d'un accident technique.

Le terrain houiller était formé de schistes noirs très fermes et de grès. Un certain nombre de veinules ou passées de charbon broyé ont été recoupées, mais aucune n'avait une puissance suffisante pour présenter un intérêt industriel. On y a observé un grand nombre de sols de végétation contenant de beaux *Stigmaria* en place. La présence de mur à *Stigmaria* était de règle sous les couches de charbon.

L'ensemble des terrains était généralement peu penté (10 à 20°).

G. LIENHARDT et J. RICOUR (2), qui assuraient la surveillance technique et géologique du sondage, ont prélevé, après débitage des carottes, une flore abondante. Les empreintes étaient souvent très belles, malgré leur épigénisation par de la séricite ou de la pyrite.

(1) GOGUEL J. (1951) : L'affleurement houiller de Barles et ses possibilités économiques. Rapport (inédit) B. R. G. M. n° A-294.

(2) LIENHARDT G., RICOUR J. : Barles. Rapport de fin de sondage. (Basses-Alpes). Novembre 1954. Rapport B. R. G. M. A-714 (inédit).

GREBER C. : Flore du sondage de Barles (Basses-Alpes). Octobre 1954. Rapport B. R. G. M. A-174 (inédit).

FOSSILES DU SONDAGE DE BARLES

PECOPTERIS POLYMORPHA BRONGNIART

Cette espèce est de loin la plus abondante parmi la flore du sondage. Elle est représentée généralement soit par la forme typique à grandes pinnules, soit par la forme fructifiée (*Aci-thea*). Il se peut cependant que des extrémités de pennes primaires aient été confondues avec certaines formes de *Pecopteris oreopteridia* SCHLOTHEIM. Le *Pecopteris polymorpha* a été trouvé aux profondeurs suivantes :

88 m, 92 m, 114,50 m, 116,50 m, 130,50 m, 131,20 m; nombreux entre 134 et 137 m; 146 m, 152,60 m, 155 m, 155,70 m, 161,20 m, 161,50 m, 163 m, 164 m, 175 m, 178 m, 181,20 m, 182 m, 187 m, 187,80 m, 208,50 m; très abondant entre 209 et 215 m; 216 m, 233,80 m, 290,80 m, 299 m, 302 à 303 m, 307 m, 342,50 m, 346,90 m, 348,60 m, 361,10 m, 367,50 m, 373,89 m, 376,50 m; nombreux entre 377 et 379 m; 384 m, 385 m, 404 m.

Pecopteris oreopteridia SCHLOTHEIM

à 88 m, 88,35 m, 134,80 m, 137,10 m, 154,60 m, 161,30 m, 177 m, 290,80 m, 348,60 m, 348,80 m, 349,80 m.

cf. *Pecopteris oreopteridia*

à 215,40 m.

Pecopteris unita BRONGNIART

à 378,50 m.

Pecopteris cyathea SCHLOTHEIM

à 131 m, 137,20 m, 142,60 m, 145,55 m, 152,60 m, 153 m, 154,50 m, 155 m, 162,40 m, 163 m, 240 m, 379,50 m, 383,50 m.

Asterotheca cf. *cyathea* SCHLOTHEIM

à 137,10 m, 153 m.

Pecopteris lepidorachis BRONGNIART

à 125 m, 137 m, 373 m.

Pecopteris feminaeformis SCHLOTHEIM

à 132 m, 137 m, 145,55 m, 159 m, 162,40 m, 175 m, 302,50 m, 384,50 m.

Pecopteris hemitelioides BRONGNIART

à 154,20 m.

Pecopteris Gandollei BRONGNIART

à 163 m.

Pecopteris plumosa dentata (ARTIS, BRONGNIART, CORSIN)

à 161,30 m, 215 m, 307 m, 367,70 m.

PECOPTERIS cf. PLATONI GRAND'EURY

Pl. LVI, fig. 1, 1a, 1b, 2

Ces deux échantillons rappellent beaucoup par leur aspect le *Pecopteris plumosa* ARTIS, mais la nervation est beaucoup plus dense et plus forte que chez cette dernière espèce.

Les pennes se terminent de façon obtuse par une pinnule très courte. On peut rapprocher ces formes à certains aspects du *Pecopteris Platoni* GRAND'EURY. Nous aurions alors affaire à des pennes provenant d'une région moyenne de la fronde, semblables à celles de la base de l'échantillon type représenté par GRAND'EURY (1890, pl. XX, fig. 2) à 88 m et 88,20 m.

PECOPTERIS DENSIFOLIA GOEPPERT

Pl. LVII, fig. 1 et Pl. LIX, fig. 4

1864. *Cyatheoides densifolius* GOEPPERT. Die Fossile Flora der Permischen Formation. *Palaeontographica*, *Allem.*, 12, p. 129, pl. XVII, fig. 1-2.
 1888. *Pecopteris densifolia* R. ZEILLER. Bassin houiller de Commentry. Flore fossile. p. 152-155, pl. XVI, fig. 1 à 4.
 1951. *Pecopteris densifolia* P. CORSIN. Bassin houiller de la Sarre et Lorraine. I. Flore fossile, 4^e fasc. Pécoptéridées. Etude des gîtes minéraux de la France, p. 279-281, fig. de texte n° 69, pl. CXCXV.

L'échantillon rapporté à cette espèce est comparable à ceux représentés par R. ZEILLER (1888). Les pinnules des pennes secondaires de la base de l'empreinte sont grandes, légèrement contractées à leur base, ce qui les fait ressembler à certaines pinnules de *Pecopteris polymorpha*.

La nervation comprend une nervure principale fine, légèrement décurrente à la base.

Les nervures secondaires se bifurquent une fois donnant ainsi naissance à deux nervules qui arrivent très obliquement au bord du limbe.

Provenance : 378 m.

PECOPTERIS sp.

à 115,40 m, 134,20 m, 144,10 m, 342,65 m.

Il s'agit d'échantillons trop mauvais pour permettre une détermination spécifique.

NEUROPTERIS PLANCHARDI ZEILLER

Pl. LVII, fig. 4

à 307 m.

1888. B. RENAULT, ZEILLER R. Bassin houiller de Commentry. Flore fossile p. 246-248, pl. XXVIII, fig. 8-9.
 1953. *Neuropteris Planchardi* V. HAVLENA. Neuropteridy Ceského Karbonu a permu. Prague, p. 59-60, pl. II, fig. 4 (Bibliographie).

L'exemplaire trouvé ne permet pas d'observer la nervation, mais la forme des pinnules est suffisamment caractéristique pour qu'il puisse être rapporté sans hésitation à cette espèce.

Neuropteris cf. *cordata* BRONGNIART — 307 m

Neuropteris sp.

à 261,20 m.

Callipteridium pteridium SCHLOTHEIM

à 322,40 m, 387 m.

ODONTOPTERIS MINOR ZEILLERI POTONIÉ

Pl. LVII, fig. 3 et 5

à 88,20 m, 145,55 m, 301 m, 346,80 m, 373,10 m, 373,20 m, 378,50 m 373,20 m.

1906. *Odontopteris minor* R. ZEILLER. Bassin houiller de Blanzky et du Creusot. Fasc. 2, flore fossile, p. 82-86, pl. XIX, fig. 1; pl. XX, XXI, fig. 1, 2; pl. XXII, fig. 1.
1913. *Odontopteris reichiana* POTONIE. Abbildungen und Beschreibungen fossiler Pflanzen Reste. Berlin L. II, 24, fig. 1.
1956. *Odontopteris minor* Zeilleri J. DOUBINGER. Contribution à l'étude des flores autuno-stéphaniennes. p. 116, pl. XIII, fig. 4; pl. XIV, fig. 2, texte fig. 15a.

Cette espèce n'a été trouvée qu'à l'état de petits fragments ne présentant que quelques pinnules.

Certains échantillons se distinguent cependant de la forme commune : ainsi l'échantillon représenté Pl. LVII, fig. 3, provenant de 145,55 m est remarquable par la petitesse de ses pinnules; celui provenant de 373,20 m (pl. LVII, fig. 5) a des pinnules arrondies au sommet et peut être rapproché de l'*Odontopteris obtusa* BRONGNIART.

Cyclopteris

à 322,20 m, 323,50 m.

Pseudomariopteris (Diplotmema) Ribeyroni ZEILLER

à 187,80 m.

ALETHOPTERIS GRANDINI ZEILLER (non BRONGNIART)

Pl. LVII, fig. 7

à 152,80 m, 153 m, 154,20 m, 154,50 m, 155 m, 159,60 m, 224 m, 240 m, 307 m, 384,30 m, 385 m, 387,40 m.

1888. *Alethopteris Grandini* R. ZEILLER. Bassin houiller de Commentry. Flore fossile, p. 203, 207, pl. XXI, fig. 1 à 8.

La plupart des *Alethopteris* stéphaniens que l'on nomme communément : *Alethopteris Grandini* BRONGNIART, se rapportent en réalité au type décrit et représenté par R. ZEILLER, d'après des échantillons provenant du bassin de Commentry; ils diffèrent notablement du type de BRONGNIART.

P. BERTRAND (1932, pp. 76-82) a été amené à représenter une nouvelle fois les échantillons de A. BRONGNIART dans son étude des Neuroptéridées de Lorraine.

L'*Alethopteris Grandini* BRONGNIART peut se définir ainsi :

Alethopteris à pinnules larges, arrondies au sommet, dont la nervure médiane ne va pas jusqu'au sommet des pinnules. Les nervures secondaires sont groupées par 3 ou 4, elles sont peu serrées et légèrement flexueuses.

Le type de R. ZEILLER correspond à la diagnose suivante (d'après R. ZEILLER) : *Alethopteris* à pinnules arrondies au sommet. La nervure médiane est nette, les nervures secondaires sont fines, arquées, divisées par une ou deux bifurcations successives en nervures fines et assez serrées. On voit que ces deux types diffèrent par leur nervation. Notons également que le type de A. BRONGNIART provient du Westphalien D, tandis que celui de R. ZEILLER provient du Stéphaniens.

Il y aurait donc lieu de donner un autre nom aux *Alethopteris* répondant à la diagnose de R. ZEILLER pour éviter les confusions, ou de préciser, puisque l'emploi du nom de *Aletho-*

pteris Grandini pour désigner cette dernière espèce est très généralement répandu, à quel auteur il faut se rapporter. C'est ce qui a été fait ici. Il me semble même qu'à l'avenir le nom d'*Alethopteris Zeilleri* conviendrait mieux (1).

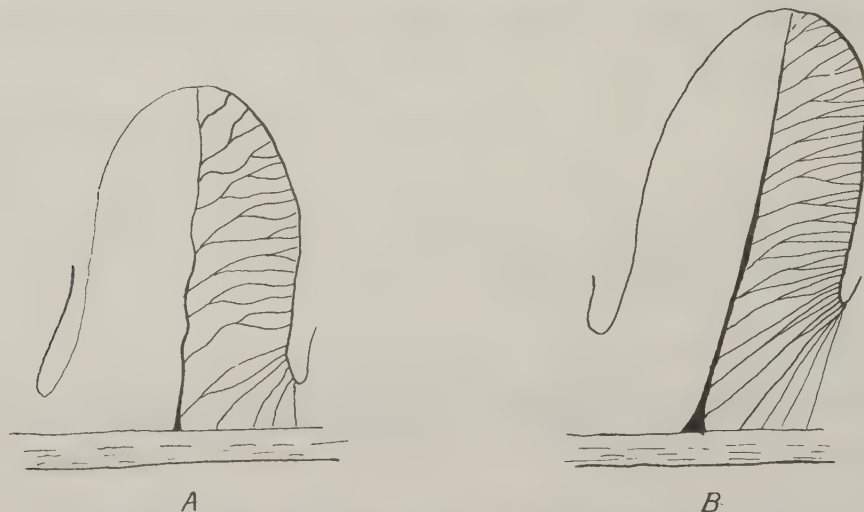


FIGURE 35

A. — Nervation de l'*Alethopteris Grandini* BRGT. (d'après P. BERTRAND, 1932)
 B. — Nervation de l'*Alethopteris Grandini* ZEILL. (d'après R. ZEILLER, 1888)

Les *Alethopteris* du sondage de Barles correspondent à l'espèce de R. ZEILLER. Cependant il convient de noter que certains exemplaires provenant des affleurements présentent des pinnules à sommet pointu (il est possible que cet aspect provienne d'un certain enroulement des bords des pinnules) et une nervation aux nervures latérales très serrées qui se recourbent près de la nervure médiane et arrivent presque perpendiculairement au bord du limbe. Tous ces caractères leur donnent une grande ressemblance avec l'*Alethopteris Serli* BRONGNIART ou avec l'*Alethopteris lonchitifolia* P. BERTRAND.

S'agit-il d'un aspect particulier de l'*A. Grandini* ZEILLER ou bien d'une forme distincte ? Rien ne permet d'en décider. Tout ce que l'on peut dire, c'est que l'*A. Grandini* ZEILLER peut présenter des aspects très variés; il est l'aboutissement de l'évolution d'Aléthoptéridées westphaliennes. Enfin, il faut remarquer que les *Alethopteris* sont des Ptéridospermées, et qu'il a pu y avoir entre différentes espèces voisines des hybridations. A ce sujet, on peut dire de façon générale que les types sont beaucoup plus difficiles à définir chez les Ptéridospermées que chez les vraies Fougères, sans tenir compte du fait que l'on ne possède généralement que des fragments minimes par rapport à la grande taille des frondes. On rencontre souvent des espèces présentant des caractères intermédiaires entre des espèces différentes. L'hypothèse de la possibilité d'hybridation par fécondation croisée n'est donc pas à rejeter. Cette hypothèse expliquerait la présence de types intermédiaires qui embarrassent le systématique.

(1) C'est ce nom qu'a adopté M^{lle} RAGOT (1955) dans un diplôme d'études supérieures soutenu devant la Faculté des Sciences de Paris, diplôme malheureusement non publié. Elle a été suivie en cela par R. H. WAGNER et par W. J. JONGMANS.

Dicksonites Sterzeli ZEILLER

à 116 m, 130,90 m, 175 m, 187,80 m, 387 m.

Dicksonites leptophylla BUNBURY

Cette espèce est très voisine de la précédente.

à 129,80 m.

Linopteris Brongniarti GUTBIER

à 297,50 m, 302 m, 307 m, 323,30 m, 325 m, 326,10 m, 360,40 m.

SPHENOPTERIS OBTUSILOBA BRONGNIART

Pl. LVIII, fig. 1

à 176,20 m.

1888. R. ZIEGLER. Bassin houiller de Valenciennes. Description de la flore fossile. Etude des gîtes minéraux de la France. p. 65-69, pl. III, fig. 1 et 2; pl. IV; pl. V, fig. 1-2.

L'identité de l'exemplaire trouvé au sondage de Barles à 176,20 m avec ceux représentés par R. ZEILLER (1888) ne peut faire aucun doute.

Le *Sphenopteris obtusiloba* BRONGNIART est une espèce commune du Westphalien C. On ne saurait toutefois tirer de sa présence des conclusions d'ordre stratigraphique. Il s'agit ici vraisemblablement d'un cas de survivance endémique; le reste de la flore indique par ailleurs un âge stéphanien. Il faut toutefois signaler qu'il n'est pas très rare de rencontrer des espèces westphaliennes dans de telles conditions, comme j'ai pu l'observer personnellement dans le Gard.

Sphenopteris sp.

entre 240 et 241,20 m.

Sphenophyllum oblongifolium GERMAR et KAULFUSS

à 92 m, 130,50 m, 132 m, 303 m, 346,90 m, 377,40 m.

Sphenophyllum longifolium GERMAR

à 155,5 m, 175 m.

Sphenophyllum cf. *costae* STERZEL

à 154 m.

SPHENOPHYLLUM VERTICILLATUM

Pl. LIX, fig. 1, 1a

à 197,20 m, 240 m.

1911. *Sphenophyllum verticillatum* W. JONGMANS. Anleitung zur Bestimmung der Karbonpflanzen West-Europas. B. I. La Haye, p. 388-391 (Bibliographie).

1954. *Sphenophyllum verticillatum* J. DOUBINGER, P. VETTER. Sur les *Sphenophyllum* du Stéphanien. Contribution à la révision du genre *Sphenophyllum*. Ann. Soc. géol. Nord, 74, p. 106-121.

DIAGNOSE SOMMAIRE

Sphenophyllum à feuilles entières, arrondies au sommet, dont la nervation très fine comprend une à deux nervures à la base.

Les feuilles de ce *Sphenophyllum* peuvent être parfois finement denticulées au sommet (R. ZEILLER, 1885). Ce caractère ne s'observe pas sur les échantillons provenant du sondage de Barles.

Il n'est pas sans ressembler au *Sphenophyllum rotundatum* HALLE (HALLE, 1927, pl. 10, fig. 1 à 6), mais chez ce dernier l'extrémité des folioles est légèrement aplatie.

Ce *Sphenophyllum* est assez rare dans les bassins stéphanien du Massif Central français. Il se rencontre assez souvent en Sarre, dans l'assise de Kusel et celle de Breitenbach, c'est-à-dire à l'Autunien et au Stéphanien supérieur.

SIGILLARIA BRARDI BRONGNIART

Pl. LVIII, fig. 2 et 3; Pl. LIX, fig. 3

à 130,50 m, 136,40 m, 154 m, 216,20 m, 404 m.

1906. *Sigillaria Brardi*. R. ZEILLER. Bassin houiller et permien de Blanzky et du Creusot. Flore fossile. Etude des gîtes minéraux de la France, p. 160-169, pl. XLII, fig. 1; pl. XLIII, fig. 1 à 3.

Cette Sigillaire stéphanienne a été souvent décrite et représentée. Elle est ici assez abondante et il est possible que certains *Stigmaria* des sols de végétation s'y rapportent. L'échantillon figuré pl. LIX, fig. 3, représente un rameau où les coussinets foliaires sont très serrés et qui possède, en plus, des cicatrices d'épis groupées en verticille.

Les figures 2 et 3 de la pl. LX représentent les deux faces d'un même échantillon. Il s'agit d'un moule interne d'une tige ou d'un rameau dont l'une des faces présente des coussinets foliaires du type *Sigillaria Menardi* BRONGNIART, et l'autre des cicatrices foliaires distantes les unes des autres comme le type *Sigillaria spinulosa* GERMAR.

L'identité spécifique de ces deux formes est connue depuis longtemps (E. WEISS, 1880; R. ZEILLER, 1889), mais il est remarquable de les rencontrer ici associées à la même hauteur sur les faces d'un même rameau.

Le pli que l'on observe sur une des deux faces pourrait indiquer que l'on se trouve au voisinage d'une bifurcation.

Sigillaria sp.

à 219 m.

Calamites Cisti BRONGNIART

à 128,30 m, 142,60 m, 144 m, 144,10 m, 240 m.

Calamites Suckowi BRONGNIART

à 88,35 m.

Calamites undulatus STERNBERG

à 132 m, 137,10 m.

Calamites multiramis WEISS

à 376,50 m.

Calamites sp.

à 114,80 m, 115,20 m, 125 m, 130,50 m, 134,80 m, 136,40 m, 137 m, 143,60 m, 152,80 m, 153 m, 154,60 m, 175 m, 177 m.

Asterophyllites longifolius STERNBERG

à 88 m.

Asterophyllites grandis STERNBERG

à 240 m.

Asterophyllites equisetiformis forme *Schlotheimi* JONGMANS

à 130,90 m, 131 m, 136,40 m, 138,20 m, 187,90 m, 277,20 m, 304 m, 399 m.

Annularia stellata SCHLOTHEIM

à 11 m, 164 m, 187 m, 342,70 m, 348,60 m.

Annularia sphenophylloides ZENKER

à 176,20 m, 303 m, 326,10 m, 384,30 m.

Pour compléter cette liste qui ne comprend que les espèces les plus caractéristiques, il faut ajouter à peu près à tous les niveaux du sondage des *Cordaites* et *Poacordaites*; des tiges ou rameaux du type *Aulacopteris*; des feuilles aciculaires (*Sigillariaephyllum*), quelques Sigillaires cannelées décortiquées (*Syringodendron*), et enfin, dans le mur des couches et dans les sols de végétation, de nombreux *Stigmaria ficoides*.

AGE DU TERRAIN HOUILLER DE BARLES

On n'observe pas de variation dans la flore du sondage pouvant servir de base à des subdivisions stratigraphiques. Elle peut donc être considérée dans son ensemble.

Si l'on excepte le *Sphenopteris obtusiloba* dont la présence peut être regardée comme une survivance endémique, la flore ne comprend que des espèces stéphanienues en dehors des espèces banales à grande extension stratigraphique.

Dans la liste précédente, il faut noter l'absence d'espèces du Stéphanien inférieur (*Mixoneura*, *Pecopteris lamurensis* par exemple); par contre, on remarque la présence de nombreuses espèces du Stéphanien moyen.

Sigillaria Brardi BRONGNIART

Sphenophyllum oblongifolium GERMAR et KAULF.

Linopteris Brongniarti GUTBIER

Odontopteris minor Zeilleri POTONIE

ainsi que des espèces qui n'apparaissent généralement que tardivement au Stéphanien moyen, et dont l'existence se prolonge au Stéphanien supérieur et à l'Autunien, comme les :

Pecopteris feminaeformis SCHLOTHEIM

Neuropteris Planchardi ZEILLER

Sphenophyllum longifolium GERMAR*Sphenophyllum verticillatum* SCHLOTHEIM*Dicksonites Sterzeli* ZEILLER

On peut donc conclure que le terrain houiller qui affleure à Barles, et toute la série houillère recoupée par le sondage, se rapportent à une zone élevée du Stéphanien moyen, peut-être même au Stéphanien supérieur. Il est le plus récent de tous les terrains carbonifères connus de la zone externe des Alpes et des massifs cristallins. Il se distingue aussi de ces bassins par l'abondance des sols de végétation, et peut-être faut-il voir là l'indice d'un bassin qui a pu avoir à l'origine une assez grande extension.

MASSIF DES GRANDES-ROUSSES (MASSIF CRISTALLIN)

1854. S. GRAS. Terrain anthraxifère des Alpes. *Ann. Mines Fr.* (5), 5, p. 581- 582.

1894. P. TERMIER. Le massif des Grandes-Rousses (Dauphiné et Savoie) *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, 6, n° 40, p. 36-37.

1933. J. BELLET. Note sur la flore stéphanienne du Houiller des Grandes-Rousses. *A.F.A.S.*, 5° sess., Chambéry, p. 230.

1951. P. BORDET, P. CORSIN. Flore stéphanienne du massif des Grandes-Rousses (Savoie) *C.R. Soc. géol. Fr.*, n° 5, p. 73-74

Le terrain houiller des Grandes-Rousses est formé de deux bandes nord-sud qui s'étendent du col de la Croix de Fer aux gorges de la Romanche. Plusieurs gîtes fossilifères y ont été signalés.

Aux mines de l'Herpie (= Huez en Oisans in S. GRAS) dans la bande ouest :

Neuropteris cordata BRONGNIART

Annularia brevifolia STERNBERG (= *A. Sphenophylloides* ZENKER)

d'après les déterminations de BRONGNIART.

P. TERMIER (1894, p. 37) dit avoir observé à la mine de l'Herpie des *Neuropteris* et *Pecopteris* indéterminables. Cet auteur cite également dans les schistes noirs du glacier des Rousses des *Annularia*.

Personnellement, j'ai récolté dans les déblais de la mine de l'Herpie les espèces suivantes :

Calamites Cisti BRONGNIART

Pecopteris unita BRONGNIART

Pecopteris cyathea SCHLOTHEIM

Pecopteris lamurensis HEER (assez abondants)

La bande orientale a fourni dans le massif des Grandes-Rousses plusieurs gisements.

J. REVIL y a trouvé, dans des schistes, sur la face nord de l'Aiguille Rousse :

des feuilles de *Cordaites*

Pecopteris Candollei BRONGNIART

Linopteris Brongniarti GUTBIER

(déterminations de ZEILLER)

J. BELLET (1933, p. 231) y a retrouvé ces dernières espèces et cite, de plus, d'après des déterminations de P. BERTRAND :

Callipteridium pteridium SCHLOTHEIM
Pecopteris polymorpha BRONGNIART
Pecopteris cyathea SCHLOTHEIM
Pecopteris lamurensis HEER (très probable)
Pecopteris Grüneri BRONGNIART (probable)
Neuropteris cordata BRONGNIART
Neuropteris sp.
Annularia stellata SCHLOTHEIM
Calamites Cisti BRONGNIART
Sigillaria Brardi BRONGNIART

Plus récemment, P. BORDET (1951) a découvert entre le col de la Croix de Fer et le glacier de St Sorlin, dans l'axe de l'anticlinal que décrit le Houiller au voisinage de ce dernier, un nouveau gisement de fossiles.

D'après des déterminations de P. CORSIN, on peut citer :

Pecopteris hemitelioides BRONGNIART
Pecopteris cyathea SCHLOTHEIM
Pecopteris cyathea lepidorachis BRONGNIART
Pecopteris arborescens SCHLOTHEIM
Pecopteris unita BRONGNIART
Dicksonites Plückeri BRONGNIART
Neuropteris cordata BRONGNIART
Neuropteris triangularis P. BERTRAND (il s'agit d'une forme de pinnule de *Mixoneura*).
Mixoneura flexuosa GRAND'EURY
Diploptemum Coemansi STUR
Linopteris cf. *Brongniarti* GUTBIER
Linopteris cf. *Germari* GIEBEL
Alethopteris cf. *Grandini* BRONGNIART
Eremopteris sp. cf. *zamioides* P. BERTRAND
Sphenophyllum emarginatum BRONGNIART
Ulodendron majus LIND. et HUTT.
Rameau d'*Ulodendron*
Calamites sp.
Annularia sphenophylloides ZENKER

PROLONGEMENTS SUD DU CARBONIFERE DES GRANDES-ROUSSES

S. GRAS (1854) a cité, d'après BRONGNIART :

Bande Ouest - A Venosc

Pecopteris polymorpha BRONGNIART

Bande Est - A Mont-de-Lans

Odontopteris Brardi BRONGNIART
Asterophyllites
Cardiocarpus
Sphenophyllum
Annularia longifolia (= *A. stellata* SCHLOTHEIM)

J. BELLET (1933) a complété cette liste par :

Calamites Suckowi BRONGNIART
Asterophyllites equisetiformis SCHLOTHEIM
Annularia stellata SCHLOTHEIM
Annularia sphenophylloides ZENKER
Pecopteris sp.

Il a signalé également, plus au Nord, en bordure de la route de l'Oisans :

Annularia stellata SCHLOTHEIM
Annularia sphenophylloïdes Zenker
Pecopteris cyathea SCHLOTHEIM

D'une manière générale, les espèces trouvées dans le Carbonifère des Grandes-Rousses sont : soit des espèces communes à tout le Houiller, soit des espèces stéphanienues.

La présence, dans certains gisements, de *Mixoneura*, de *Pecopteris lamurensis*, de *Sphenophyllum emarginatum*, permet de rapporter les gisements les plus anciens au Stéphanien inférieur.

BASSIN DE LA MURE

On groupe sous ce nom les affleurements de Carbonifère exploités près de La Mure, à la Motte d'Aveillans, Peychagnard, St. Arey-les-Rieux, etc...

A La Mure même, il n'y a pas d'affleurement de Carbonifère.

BIBLIOGRAPHIE

1877. E. GRAND'EURY. Flore carbonifère du département de la Loire et du Centre de la France. 2^e partie « Géologie », p. 546- 548.
1908. W. KILIAN, J. REVIL. Etude géologique dans les Alpes occidentales. Contribution à l'étude des chaînes intérieures des Alpes françaises. *Mém. Carte géol. Fr.*, 2, n° 1.
1926. P. BERTRAND. La zone à *Mixoneura* du Westphalien supérieur. *C.R. Acad. Sci. Fr.*, 183, p. 1349.
1926. P. BERTRAND. Les gisements à *Mixoneura* de la région de Saint-Gervais, Chamonix. *Bull. Soc. géol. Fr.* (4), 26, p. 381-388.
1937. P. BERTRAND, P. PRUVOST. La question du Westphalien et du Stéphanien en France. *C.R. 2^e Congr. Avanc. Et. Stratigr. Carbonif., Heerlen* (1935), 1, p. 81.
1950. A. BOUROZ, P. CORSIN. Sur l'âge du Houiller du bassin de La Mure (Isère) et de la zone externe des Alpes. *C.R. Acad. Sci., Fr.*, 230, n° 23, p. 2035-37.
1952. A. BOUROZ. Données nouvelles sur la stratigraphie et la tectonique du bassin houiller de La Mure (Dauphiné). *C.R. 3^e Congr. Avanc. Et. Stratigr. Géol. Carbonif., Heerlen* (1951), 1, p. 45-50, 3 fig.

1953. A. BOUROZ. Nouvelle Neuroptéridées du Stéphanien inférieur du bassin du Dauphiné. *Linopteris Corsini* nov. sp. *Ann. Soc. géol. Nord*, 72, p. 139-143, pl. VII.

Les premières déterminations de plantes provenant du bassin de La Mure sont de A. BRONGNIART (1828).

Plus tard, F. GRAND'EURY (1877) a visité ces mines et y a récolté un certain nombre de plantes; il a également revu celles conservées au Muséum d'Histoire Naturelle de Paris. Son premier sentiment était que les couches de La Mure avaient le même âge que celles de Rived-Gier. Mais après avoir exploré le terrain houiller des Cévennes, il voyait des rapports entre la flore de La Mure et celle de « l'étage qui domine dans le Gard et dans l'Hérault ».

W. KILIAN et J. REVIL (1908, p. 107) ont donné la liste de déterminations de R. ZEILLER. On y trouve uniquement des espèces soit communes à tous les niveaux du Carbonifère, soit typiquement stéphanien.

P. BERTRAND, se fondant surtout sur la présence du genre *Mixoneura* parmi la flore de La Mure, parallélisa le Houiller de ce bassin avec l'assise de Flambant de Lorraine (Westphalien D).

Depuis, les récentes recherches de A. BOUROZ ont montré que cette espèce n'était pas très abondante, et que, par ailleurs, la flore était stéphanienne.

Je reproduirai ici la liste des plantes citées par cet auteur, liste qui est le résultat de récentes études et qui comprend seulement les espèces ayant un intérêt stratigraphique et dont les déterminations contrôlées par P. CORSIN ont une très grande valeur.

Espèces très abondantes dans tous les niveaux :

Pecopteris lamurensis HEER
Pecopteris arborencens SCHLOTHEIM
Pecopteris Plückeri SCHLOTHEIM
Pecopteris Platoni GRAND'EURY
Pecopteris polymorpha BRONGNIART
Pecopteris unita BRONGNIART
Pecopteris Candollei BRONGNIART
Pecopteris oreopteridia SCHLOTHEIM
Alethopteris Grandini BRONGNIART
Sphenophyllum oblongifolium GERMAR et KAULFUSS

Espèces abondantes dans quelques niveaux seulement :

Odontopteris Reichi GUTBIER
Odontopteris subcrenulata ROST
Callipteridium pteridium SCHLOTHEIM
Diplotmema Ribeyroni RENAULT et ZEILLER
Linopteris Brongniarti GUTBIER
Sphenophyllum emarginatum STERNBERG
Sphenophyllum majus BRONN
Pecopteris villosa BRONGNIART
Sigillaria Brardi BRONGNIART

Espèces rares :

Mixoneura Deflinei P. BERTRAND
Mixoneura flexuosa GRAND'EURY

Odontopteris genuisa GRAND'EURY
Callipteridium gigas GUTBIER
Sphenopteris Picandeti RENAULT et ZEILLER
Sphenopteris cristata BRONGNIART
Pecopteris saraefolia BERTRAND
Pecopteris folchwillerensis CORSIN
Pecopteris Bioti BRONGNIART
Pecopteris feminaeformis SCHLOTHEIM
Diplotmema Busqueti ZEILLER
Linopteris neuropteroides GUTBIER
Linopteris Corsini BOUROS

Se fondant sur l'abondance des espèces stéphaniennes et la rareté des *Mixoneura*, P. CORSIN et A. BOUROS concluent que le Houiller de La Mure appartient incontestablement au *Stéphanien inférieur* (Stéphanien A).

La faune, qui comprend :

Estheria cebennensis GRAND'EURY
Anthracomya prolifera WATERLOT
Leaia Baentschi BEYRICH

confirme cet âge.

Rappelons pour mémoire qu'à côté de ces espèces caractéristiques, la flore comprend de nombreuses espèces banales :

Calamites
Annularia stellata SCHLOTHEIM
Annularia sphenophylloides ZEILLER
Lepidodendron
Cordaïtes
Asterophyllites

ainsi qu'un certain nombre de Sigillaires.

ENVIRONS DE LA MURE CARBONIFÈRE D'ORIS EN RATTIER-ENTRAIGUES (ISÈRE)

- 1946-48. R. FEYS, C. GREBER. Observations sur les gisements carbonifères d'Oris-en-Rattier et d'Entraigues (Isère). Rapport B.R.G.G.M. A. 174 (inédit).
 1956. J. SARROT-REYNAULD, J. HAUDOUR. Le Houiller et les « schistes carburés » du dôme de La Mure (Isère) et des régions annexes (âge et extension). *C.R. Acad. Sci. Fr.*, 242, n° 19, p. 2381-2384.
 1956. J. HAUDOUR, J. SARROT-REYNAULD. Sur l'âge et l'extension des terrains houillers dans la terminaison sud de Belledonne (dôme de La Mure et régions annexes). Leurs rapports avec le socle cristallophyllien. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (6), 6, n° 4-5, p. 335-353.

Les gisements d'Oris-en-Rattier et d'Entraigues font partie d'une bande de Carbonifère située à l'Est de La Mure, de direction NW-SE.

A Oris-en-Rattier, nous avons observé (R. FEYS, CH. GREBER, 1946) :

Pecopteris cf. *lepidorachis* BRONGNIART

Calamites sp.

Sigillaria Brardi BRONGNIART

Dans les déblais de la mine d'Entraigues à proximité du canal de Beaumont, la flore, très abondante, comprend :

Odontopteris minor Zeilleri très abondant

Pecopteris oreopteridia SCHLOTHEIM

Pecopteris cf. *paleacea* ZEILLER

Dicksonites Plückereti SCHLOTHEIM

Pecopteris polymorpha BRONGNIART

Pecopteris cf. *lepidorachis* BRONGNIART

Annularia sphenophylloides ZENKER

Annularia stellata SCHLOTHEIM

Sphenophyllum oblongifolium GERMAR

Asterophyllites equisetiformis SCHLOTHEIM

Cette flore permet d'attribuer un âge stéphanien B (1), étant données l'absence de *Mixoneura* et de *Pecopteris lamurensis* HEER, et l'extrême abondance d'*Odontopteris*.

Récemment, J. HAUDOUR et J. SARROT-REYNAULT (1956) ont signalé deux gîtes fossilifères nouveaux à proximité immédiate des micaschistes qui forment le substratum du terrain houiller du dôme de La Mure.

1°) Dans le travers-bancs des Merlins (voir carte donnée par J. HAUDOUR et J. SARROT-REYNAULT, 1956, p. 343) :

Mixoneura alpina P. BERTRAND (= *M. flexuosa*) (2)

Annularia sphenophylloides ZENKER

Sigillariaephyllum anthemis KÖNIG

et *Pecopteris* indéterminables

2°) A l'Eperon de Rattier, sous le chemin qui va du col de la Fenestrière aux granges du Replon (vers la cote 1020) :

Mixoneura alpina P. BERTRAND (= *M. flexuosa*) très abondant

Pecopteris polymorpha BRONGNIART

Pecopteris arborescens SCHLOTHEIM

Pecopteris cyathea SCHLOTHEIM

Linopteris sp.

Stigmara sp.

Sphenophyllum majus BRONN

Les auteurs se rapportent à l'échelle stratigraphique de P. BERTRAND, sans tenir compte des travaux récents de P. PRUVOST et P. CORSIN (1949), et attribuent à ces florules un âge

(1) Dans une première étude (R. FEYS, C. GREBER, 1946), nous avons attribué à ces gisements un âge stéphanien inférieur. Nous suivions alors l'échelle stratigraphique établie par P. BERTRAND, qui classait le bassin de La Mure dans le Westphalien D. En lui donnant un âge stéphanien A, nous voulions indiquer que le Carbonifère d'Entraigues nous semblait légèrement plus jeune que celui de La Mure. Depuis, P. PRUVOST et P. CORSIN ont modifié cette échelle. Cette nouvelle interprétation fait attribuer au bassin de La Mure un âge stéphanien inférieur, ce qui entraîne pour Entraigues un léger décalage de sa position dans l'échelle stratigraphique et d'un âge Stéphanien B.

(2) Détermination P. CORSIN.

westphalien D. D'après ces travaux, il faut rectifier cette manière de voir : il s'agit bien de Stéphanien inférieur.

La discordance observée par J. HAUDOUR et J. SARROT-REYNAULD se situerait donc entre le Stéphanien inférieur et le Stéphanien moyen, c'est-à-dire qu'elle aurait la même position que celle observée par R. H. WAGNER (1955) dans le bassin de Palencia (Espagne).

ADDENDUM

D'après des travaux récents (S. MARTIN, 1960) il faudrait ajouter aux listes des végétaux fossiles provenant du bassin de La Mure les *Pecopteris* suivants :

Pecopteris acuta BRONGNIART
Pecopteris saraefolia var. *lobata* CORSIN
Pecopteris polymorpha forme *minor* CORSIN
Pecopteris pseudo-Bücklandi ANDRAE
Pecopteris pilosa CORSIN

De la présence de *Pecopteris Bioti* et de *Pecopteris acuta*, l'auteur pense pouvoir affirmer l'âge westphalien D supérieur d'une assise du bassin nommée assise de La Faurie.

Il est regrettable que l'auteur fasse appel à des *Pecopteris* d'un même groupe pour caractériser cette assise, et, de plus, d'un groupe particulièrement polymorphe, dont les différentes espèces (s'il s'agit véritablement d'espèces), sont très voisines et difficiles à départager. Enfin, l'extension stratigraphique de ce groupe est grande, et au point de vue stratigraphique l'auteur se réfère uniquement aux Pécoptéridées du bassin sarro-lorrain.

Enfin, la figure donnée du *P. acuta* (S. MARTIN, 1960, pl. C) est loin d'être convaincante, et il est même très probable qu'il s'agit de tout autre chose que de cette espèce.

MASSIF DE BELLEDONNE

1908. W. KILIAN, J. REVIL. Etudes géologiques dans les Alpes occidentales. *Mém. Carte géol., Fr.*, 2, n° 1, p. 108.
 1945. L. MORET. Précision sur la nature et l'âge des « chapeaux » houillers formant quelques sommets du massif de Belledonne. *C.R. Soc. géol., Fr.*

Les petits lambeaux houillers que l'on trouve dans le massif cristallin du Belledonne ont fourni quelques plantes.

W. KILIAN et J. REVIL citent, d'après des déterminations de R. ZEILLER :

A La Ferrière

Calamites sp.

They's (Isère) et les Ramiettes

Callipteridium pteridium SCHLOTHEIM
Annularia stellata SCHLOTHEIM

Mine de la Boutière (Laval)

Cordaïtes sp.

Mines du Clot-Chevalier (près Allemont)

Pecopteris cyathea SCHLOTHEIM
Pecopteris indéterminable (cf. *P. Miltoni* ARTIS)
Tiges de Sigillaires ?

Sommet de la Grande Lauzière

Pecopteris arborescens SCHLOTHEIM sp.
Neuropteris cf. *flexuosa* STERNBERG
Neuropteris indéterminable
Cordaïtes

L. MORET a recueilli depuis :

Grande Lauzière 2750 m

Nombreuses empreintes de *Mixoneura ovata* HOFFMAN

Cyclopteris
Cordaïtes
Calamites
Stigmaria
Annularia
Pecopteris arborescens SCHLOTHEIM

Grande Lance de Domène (2844 m)

Schistes avec nombreuses tiges de *Calamites*.

Les autres affleurements de Carbonifère du haut massif du Belledonne n'ont pas fourni de fossiles déterminables.

D'après les fossiles cités plus haut, ces lambeaux houillers seraient stéphanien.

La présence de *Mixoneura* permet de leur attribuer un âge stéphanien inférieur.

LES GRÈS D'ALLEVARD (MASSIF DE BELLEDONNE, ISÈRE)

1948. M. GIGNOUX, L. MORET. Le Permien des zones externes des Alpes françaises. *C.R. Acad. Sci., Fr.*, 226, p. 853-856.
 1950. P. GIDON. L'âge des « Grès d'Allevard » (massif de Belledonne, Isère). *C.R. Acad. Sci., Fr.*, 231, n° 19, p. 974-5.
 1954. P. CORSIN, A. C. TODI. Nouvelles données sur l'âge des « Grès d'Allevard » (massif de Belledonne, Isère). *C.R. Acad. Sci., Fr.*, 239, n° 16, p. 984-86.

M. GIGNOUX et L. MORET attribuaient aux grès d'Allevard un âge trias inférieur ou permien supérieur pour des raisons de position.

P. GIDON (1950) y a trouvé un fragment de *Calamites*, ce qui excluait la possibilité de rapporter cette série au Trias.

A. C. TODI (1950) y a découvert d'autres empreintes.

D'après P. CORSIN, il s'agirait de fragments de *Cordaïtes* et d'un rameau de coniférale pouvant se rapporter au genre *Pseudovoltzia*.

L'existence des *Cordaïtes* n'est connue avec certitude que jusqu'au Permien inférieur; les *Pseudovoltzia* apparaissent à cette même époque, mais persistent jusqu'à la fin du Trias, ce qui amène à attribuer aux grès d'Allevard un âge permien inférieur.

CARBONIFÈRE DE PETIT CŒUR (SAVOIE)

1828. A. BRONGNIART. Observations sur les végétaux fossiles des terrains d'anthracite des Alpes. *Ann. Sci. nat.*, 14, p. 127-136.
 1876. O. HEER. *Flora fossilis Helvetiae*. Zürich.
 1908. W. KILIAN, J. REVIL. Etudes géologiques dans les Alpes occidentales, 2, fasc. 1, p. 109.

Le Carbonifère qui affleure au Nord du hameau de Petit Cœur, près de Moutiers en Tarentaise, est célèbre par la longue controverse qu'il a déclenchée en 1828. Les premières déterminations de plantes provenant de ce gisement sont de A. BRONGNIART (1828), qui y a reconnu :

Neuropteris tenuifolia SCHLOTHEIM
Odontopteris Brardi BRONGNIART
Pecopteris polymorpha BRONGNIART
Pecopteris Beaumonti BRONGNIART
Pecopteris (Dicksonites) Plückereti SCHLOTHEIM
Volkmannia erosa (douteux)

O. HEER (1876) a cité et représenté un certain nombre d'échantillons provenant du même gisement :

Déterminations de HEER

Sphenopteris tridactylites BRONGNIART
Cyclopteris trichomanoides BRONGNIART
Cyclopteris flabellata BRONGNIART
 (op. cit. pl. V, fig. 7)
Neuropteris auriculata BRONGNIART
Neuropteris flexuosa BRONGNIART

Neuropteris Loschii BRONGNIART
Neuropteris Soretii BRONGNIART
 (O. HEER op. cit. pl. VI, fig. 10)
Odontopteris Brardi BRONGNIART
 (op. cit. pl. VII, fig. 1)
Odontopteris Studeri
 (op. cit. pl. VII, fig. 8)
Odontopteris alpina STERNBERG
Pecopteris arborescens (1) SCHLOTHEIM
Pecopteris pennaeformis BRONGNIART

Pecopteris Miltoni ARTIS
 (op. cit. pl. IX, fig. 2)
Pecopteris pulcher HEER
 (op. cit. pl. VIII, fig. 7)
Pecopteris (*Dicksonites*) *Plückenetii* SCHLOT-
 HEIM
Linopteris (*Dictyopteris*) *neuropteroides*
 GUTBIER
Calamites Suckowi BRONGNIART
Asterophyllites equisetiformis SCHLOTHEIM
Asterophyllites rigidus STERNBERG
Asterophyllites anthracinus
Cordaites borassifolius STERNBERG
Sphenophyllum saxifragaefolium
 (op. cit. pl. XIX, fig. 14 b)
Lepidophyllum concium HEER
 (op. cit. pl. XVII, fig. 1b, 2)
Lepidophyllum anceps HEER
 (op. cit. pl. XVIII, fig. 7)

Observations

non figuré
 indéterminable
 douteux
 O. HEER a représenté sous ce nom des échan-
 tillons provenant d'autres gisements qui se
 rapportent en réalité au *Mixoneura flexuo-*
sa GRAND'EURY.

Neuropteris indéterminable spécifiquement

exact

Odontopteris Reichi GUTBIER ou *minor* Zeil-
 leri Potonié

Odontopteris peut-être *Brardi*

Pecopteris cyatheoides

espèce westphalienne, vraisemblablement ci-
 tée à tort

O. HEER représente (pl. X, fig. 3-4-5) des
 échantillons provenant d'autres localités
 qui sont certainement *Pecopteris lamu-*
rensis HEER

douteux, peut-être *Pecopteridium* ou *P. poly-*
morpha

peut-être *P. polymorpha*

exact

exact

(= *Asterophyllites equisetiformis*)

(= *Asterophyllites equisetiformis*)

douteux

Lepidophyllum ou *Sigillariaphyllum*

Lepidophyllum cf. *lanceolatum*

(1) O. HEER cite les *Pecopteris* sous le nom de *Cyatheites*.

R. ZEILLER (in W. KILIAN, J. REVIL 1908) a revu un certain nombre d'échantillons conservés à la Faculté de Grenoble et au Musée de Chambéry.

Déterminations de R. ZEILLER

Asterophyllites equisetiformis SCHLOTHEIM
Asterophyllites anthracinus HEER
Asterophyllites rigidus BRONGNIART
Annularia sphenophylloides ZENKER
Pecopteris cyathea SCHLOTHEIM
Pecopteris (indéterminable)
Pecopteris arborescens SCHLOTHEIM
Odontopteris Reichi GUTBIER
Odontopteris Brardi BRONGNIART
Annularia stellata SCHLOTHEIM
Dicksonites Plückeri SCHLOTHEIM

R. ZEILLER est amené à attribuer au terrain houiller de Petit Cœur un âge stéphanien moyen (étage des Cordaïtes de F. GRAND'EURY).

D'après les listes précédentes et les échantillons que j'ai pu voir, j'en arrive à la même conclusion. Peut-être, si on tient compte de la présence parmi cette flore de *Mixoneura* et de *Pecopteris lamurensis* HEER, peut-on placer ce gisement dans l'échelle stratigraphique du Carbonifère, au sommet du Stéphanien inférieur ou à la base du Stéphanien moyen.

CARBONIFÈRE DE LA RÉGION DE BEAUFORT ET DU LAC DE LA GIROTTE (SAVOIE)

1883. J. REVIL. Etude géologique sur la vallée de Beaufort.

1953. P. BORDET, C. BORDET. Sur la présence de Carbonifère anté-stéphanien dans la série cristallophyllienne du massif de Belledonne (Alpes françaises). *C.R. Acad. Sci., Fr.*, 236, p. 305-307.

Les schistes cristallins de la région de Beaufort contiennent d'étroites bandes de terrain houiller de direction générale SW-NE. En certains points, ces terrains ont donné lieu à des exploitations d'anthracite (Arèche, Fontanus, lac de la Girotte, commune des Hauteluce). En d'autres points les schistes houillers ont été exploités comme ardoises (ardoisière de Cévins, col de La Bathie).

A côté du terrain houiller proprement dit, on peut observer des schistes noirs carburés étroitement associés aux schistes verts cristallophylliens.

Peu de fossiles ont été signalés dans le terrain houiller. R. FEYS et J. FABRE qui ont étudié en 1948, d'un point de vue minier, la région d'Arèche, n'ont pas trouvé de fossiles déterminables au cours de leur étude (1).

(1) (1948) R. FEYS et J. FABRE. Rapport inédit B. R.G. G. M. n° A-161.

Deux gisements seulement sont connus :

1. — Lac de la Girotte

Echantillons provenant de deux galeries de mine ouvertes dans la rive nord-est du lac, avant la surélévation du barrage :

Calamites Cisti BRONGNIART (abondant)
Pecopteris polymorpha BRONGNIART (pl. 1, fig. 1)
Dicksonites Sterzeli ZEILLER (pl. LVI, fig. 3)
Sphenophyllum oblongifolium GERMAR et KAULFUSS
Asterophyllites equisetiformis form. *Schlotheimi* JONGMANS

Cette florule indique un âge stéphanien.

La présence de *Sphenophyllum oblongifolium* fait penser qu'il s'agit de Stéphanien moyen.

2. — Ardoisières de Cevins (près du Col de la Bathie)

W. KILIAN, J. REVIL (1908) ont cité :

Pecopteris polymorpha BRONGNIART
Cyclopteris sp.

J. REVIL (1883) avait cité auparavant :

Pecopteris Platoni GRAND'EURY

Depuis, P. BORDET et C. BORDET ont trouvé de nouvelles empreintes qu'ils m'ont aimablement permis d'examiner.

Les schistes ardoisiers de Cevins sont très fins et se débitent en minces feuillets. Les empreintes sont très mauvaises, elles portent les marques de compression ou de glissement; de plus, elles sont souvent masquées par de la sérécité.

On peut cependant y reconnaître des feuilles de *Cordaites* (*Poacordaites*), des *Asterophyllites* et de nombreuses tiges de *Calamites* dont certaines sont très larges.

Un exemplaire montre des côtes qui n'alternent pas de part et d'autre du nœud, ce qui est généralement regardé comme caractéristique de certaines calamariées namuriennes : les *Asterocalamites* (ou *Archaeocalamites*).

Mais l'écrasement des tiges peut souvent donner une apparence de continuité des côtes. Ici, c'est précisément le cas. En effet, le nœud est oblique par rapport au bord de l'empreinte, ce qui prouve qu'elle a subi un écrasement et un étirement.

LINOPTERIS BRONGNIARTI GUTBIER

Quelques échantillons permettent de voir sous un certain angle d'incidence de la lumière la trace de grandes pinnules isolées, légèrement falciformes. La plus grande atteint 35 mm de long sur 12 mm de large. On peut même observer sous un éclairage convenable le système

nervuraire. Il forme un réseau sans nervure principale distincte, à mailles très allongées qui arrivent obliquement au bord du limbe.

Il s'agit du *Linopteris Brongniarti* GUTBIER, espèce stéphanienne, tout à fait semblable à ceux trouvés au sondage de Barles.

SPHENOPHYLLUM LONGIFOLIUM GERMAR

Une autre trace très floue, qui n'est également visible que sous un éclairage approprié, provient certainement d'un *Sphenophyllum*. Le détail de la nervation, le sommet de la feuille ne sont pas discernables, mais la taille et la forme d'une foliole (18 mm de long sur 4 à 5 de large) font penser qu'il s'agit d'un *Sphenophyllum longifolium*. On ne connaît pas d'espèces westphaliennes pouvant présenter cet aspect.

Les ardoises de Cevins seraient donc d'âge stéphanien, comme le gisement du lac de la Girotte, ainsi que les diverses bandes carbonifères de la région.

Les niveaux de schistes carburés faisant partie de la puissante série cristallophyllienne restent non datés. Il semble qu'il ne soit pas possible, étant donné leur aspect, d'y trouver un jour des fossiles déterminables.

VALLEE DE L'ARLY

1956. J. GOGUEL. Observations sur le Houiller de la vallée de l'Arly. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, **54**, n° 250, fasc. B., p. 431-433, 1 fig.

Le terrain houiller affleure dans les gorges de l'Arly, entre Ugine et Flumet. Il était primitivement cartographié comme formant une série de synclinaux pincés dans les schistes sériciteux. J. GOGUEL a montré qu'il s'agissait en réalité du bord est d'un synclinal beaucoup plus large et relativement calme dont il est, pour l'instant, impossible de préciser l'extension vers l'Ouest sous les terrains secondaires. J. GOGUEL a récolté au Nord-Est d'Héry-sur-Ugine, à un point culminant de la route (vers le point coté 999), une petite flore qu'il a eu l'obligeance de me confier. Les empreintes sont généralement mauvaises, déformées et recouvertes d'un enduit talqueux qui masque les détails de la nervation.

On peut néanmoins déterminer avec certitude :

Mixoneura flexuosa GRAND'EURY

Pecopteris lamurensis HEER

Calamites Cisti-Suckowi BRONGNIART

et probablement :

tiges de *Sphenophyllum*

Pecopteris oreopteridia SCHLOTHEIM

cf. *Pecopteris plumosa dentata*

Cette florule indique un âge stéphanien inférieur. Elle est à rapprocher de celle de la région de St-Gervais-Chamonix.

CARBONIFÈRE DE LA RÉGION DE SAINT-GERVAIS-CHAMONIX (HAUTE-SAVOIE)

1926. P. BERTRAND. Les gisements à *Mixoneura* de la région de St. Gervais-Chamonix. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (4), 26, p. 381, 388, pl. XIX.
1930. P. BERTRAND. Bassin houiller de la Sarre et de la Lorraine I. Flore fossile, 1^{er} fasc. Neuroptéridées. Et. des gîtes minéraux de la France, p. 46-47, pl. XXVIII.
1937. P. BERTRAND. Tableau des flores successives du Westphalien supérieur et du Stéphanien. *C.R. 2^e Congr. Avanc. Et. Stratigr. Carbonif.*, Heerlen (1935), 1, p. 73.

Plusieurs gisements sont connus dans ce secteur. P. BERTRAND en a étudié un certain nombre et y a déterminé les plantes suivantes :

Gisement d'Orcin-les-Granges

(sur la route de Saint-Gervais à Saint-Nicolas de Veroce)

Mixoneura ovata var. *alpina* P. BERTRAND (en masse)
Sphenophyllum emarginatum BRONGNIART
Calamites Göpperti ETTINGSHAUSEN
Calamites ramosus (?)
Asterophyllites equisetiformis SCHLOTHEIM
Annularia stellata SCHLOTHEIM
Annularia sphenophylloides ZENKER
Cordaïtes sp.

Gisement des Coupeaux

Pecopteris aff. *lamurensis* HEER
Mixoneura ovata var. *alpina* P. BERTRAND (très abondant)
Sphenophyllum emarginatum BRONGNIART
Sphenophyllum oblongifolium GERMAR et KAULFUSS
Calamites Cisti Suckowi BRONGNIART
Asterophyllites equisetiformis SCHLOTHEIM
Annularia sphenophylloides ZENKER
Lepidodendron cf. *rimosum* STERNBERG (?)
Lepidophyllum aff. *lanceolatum* BRONGNIART

Gisement de Moëde

(au-delà du Chalet d'Anterne, le long du chemin des Chalets de Villy)

Mixoneura ovata var. *alpina* P. BERTRAND
Pecopteris polymorpha BRONGNIART
Sphenophyllum oblongifolium GERMAR et KAULFUSS
Calamites Cisti-Suckowi BRONGNIART

Annularia stellata SCHLOTHEIM
Asterophyllites cf. *viticulosus* GRAND'EURY

Sur le chemin de Villy

Sphenophyllum oblongifolium GERMAR et KAULFUSS
Linopteris aff. *neuropteroides* GUTBIER

Col de Balme (route d'Argentière à Frient)

Mixoneura ovata var. *alpina* P. BERTRAND

REMARQUE :

Les *Mixoneura* nommés par P. BERTRAND *Mixoneura ovata* var. *alpina* sont tout à fait semblables au *Mixoneura flexuosa* GRAND'EURY, du Gard.

STRATIGRAPHIE :

P. BERTRAND, se fondant sur l'abondance de *Mixoneura*, attribuait aux gisements précédents un âge westphalien supérieur, comme il le faisait pour la zone à *Mixoneura* du Gard. La présence de *Sphenophyllum oblongifolium* permet, comme cela a été fait dans les bassins du Gard et de La Mure, de l'attribuer au Stéphanien inférieur. On peut toutefois remarquer que les espèces stéphaniennes sont beaucoup moins abondantes qu'à La Mure. Il est donc possible que les gisements étudiés par P. BERTRAND soient un peu plus anciens.

PLANTES PROVENANT DE LA RÉGION DE CHAMONIX,
 CITÉES PAR LES ANCIENS AUTEURS
 (D'APRÈS LA LISTE GÉNÉRALE DE W. KILIAN ET J. REVIL, 1908)

Montagne du Fer

Walchia piniformis SCHLOTHEIM (HEER det.)
Cordaites borassifolius STERNBERG
Odontopteris Brardi BRONGNIART
Neuropteris gigantea STERNBERG
Neuropteris heterophylla BRONGNIART (HEER det.)
Neuropteris flexuosa STERNBERG (HEER det.)
Neuropteris Leberti HEER
Cyclopteris lacerata HEER
Pecopteris (Dicksonites) Plückereti SCHLOTHEIM
Pecopteris Miltoni ARTIS
Pecopteris polymorpha BRONGNIART
Lepidophyllum trilineatum HEER
Calamites Cisti BRONGNIART

Asterophyllites equisetiformis SCHLOTHEIM
Asterophyllites rigidus HEER

Col de l'Ecuelle

Neuropteris flexuosa STERNBERG
Neuropteris Brongniarti STERNBERG
Odontopteris obtusa BRONGNIART
Pecopteris (Dicksonites) Plückeri SCHLOTHEIM
Annularia sphenophylloides ZENKER

Servoz

Asterophyllites equisetiformis SCHLOTHEIM

Moëde

Neuropteris flexuosa STERNBERG
Odontopteris obtusa BRONGNIART
Pecopteris (Dicksonites) Plückeri SCHLOTHEIM
Sphenophyllum emarginatum BRONGNIART
Annularia sphenophylloides ZENKER

CARBONIFÈRE ENTRE LES AIGUILLES ROUGES ET LE MONT BLANC ET SON PROLONGEMENT EN SUISSE JUSQUE DANS LE MASSIF DE LA DENT DE MORCLES (OUTRE-RHÔNE)

1876. O. HEER. Flora fossilis Helvetiae. Zürich.
 1890. E. RENEVIER. Monographie géologique des Hautes-Alpes vaudoises et parties avoisinantes du Valais. *Matér. Carte géol. Suisse*, 16.
 1924. N. OULIANOFF. Le massif de l'Arpille et ses abords. *Matér. Carte géol. Suisse*, (N. S.) 54° livr., 11° partie.
 1951. W. J. JONGMANS. Mitteilungen zur Karbonflora der Schweiz. I. *Eclogae geol. Helv.*, 43, n° 2, p. 95-104, 1 fig.

Le synclinal de Carbonifère qui affleure en France dans la région de Vallorcine, entre le massif du Mont Blanc et celui des Aiguilles Rouges, se prolonge en Suisse, et on le retrouve sur la rive droite du Rhône dans le massif de la Dent de Morcles. O. HEER, le premier, a décrit un grand nombre d'espèces provenant de ce secteur.

Les gîtes fossilifères ont été désignés sous les noms de : Vallorcine, Col de la Balme (bien que le terrain houiller n'affleure pas au col même), Arbignon, Chalets d'Arbignon, Combaz d'Arbignon, Brayaz d'Arbignon, Vernayaz, Salvan et Outre-Rhône.

O. HEER (1876) a cité 74 espèces; E. RENEVIER (1890) et N. OULIANOFF (1924) ont établi leurs listes à partir de cet auteur. Il est, à mon sens, inutile de les reprendre car elles com-

portent beaucoup de fossiles sans intérêt stratigraphique et, d'autre part, si l'on regarde les figures que O. HEER a publiées, on peut y relever un certain nombre d'erreurs :

Ainsi, les nombreuses formes de *Neuropteris* qu'il a citées sous des noms différents peuvent être rapportées pour la plupart au *Mixoneura flexuosa* GRAND'EURY.

Il figure sous le nom de *Pecopteris pennaeformis* (espèce westphalienne) des penes appartenant certainement au *Pecopteris lamurensis*.

Les déterminations de R. ZEILLER (in W. KILIAN et J. REVIL, 1904) sont plus intéressantes. Il a déterminé, en provenance d'Arbignon :

Asterophyllites equisetiformis SCHLOTHEIM
Annularia sphenophylloides ZENKER
Cordaites
Pecopteris (*Dicksonites*) *Plückenetii* SCHLOTHEIM
Neuropteris cf. *flexuosa* STERNBERG
Neuropteris ou *Linopteris* ?
Neuropteris cf. *dentata* HEER

Plus récemment, W. J. JONGMANS (1950) a récolté et déterminé :

Tunnel près du village des Marécottes :

Annularia stellata SCHLOTHEIM
Annularia sphenophylloides ZENKER
Odontopteris Reichi GUTBIER
Odontopteris minor BRONGNIART (douteux)
Pecopteridium cf. *Costei* ZEILLER
Neuropteris ovata HOFFMAN

et à la carrière Fontaine :

Pecopteris cyathea arborescens SCHLOTHEIM
Pecopteris Bioti BRONGNIART
Sphenopteris Matheti ZEILLER

Enfin, cet auteur a figuré également :

Dicksonites Plückenetii STERZEL

et un *Pecopteris* qu'il pense être, soit *P. pennaeformis*, soit *P. Miltoni*. L'échantillon est très mauvais, couvert de sérécite, et à mon avis, il s'agirait plutôt de *P. lamurensis*. W. J. JONGMANS, suivant les décisions du 2^e Congrès de Heerlen, attribue à ces flores un âge westphalien D en raison de la présence de *Mixoneura*.

J'ai pu examiner certains échantillons provenant de cette région, conservés dans la collection de la Faculté de Lausanne, ainsi que ceux de W. J. JONGMANS à Heerlen. Il s'agit bien d'une flore à *Mixoneura flexuosa* Gd'EÜ. et *P. lamurensis* HEER et en dehors des espèces banales, le reste de la flore est composé surtout d'espèces stéphaniennes. La présence d'*Odontopteris minor Zeilleri* POTONIE (O. *Reichi* et O. *minor* par W. J. JONGMANS) confirme cette attribution.

D'après les subdivisions adoptées ici, il faut rapporter le terrain houiller de Vallorcine au Stéphanien inférieur et même à une zone supérieure de cette assise.

CARBONIFÈRES DE TANINGES

1867. A. FAVRE. Recherches géologiques dans les parties de la Savoie, du Piémont et de la Suisse, voisines du Mont Blanc. Paris, Masson, 2, p. 35 et sv. ; 3, p. 344-347.
 1876. O. HEER. Flora fossilis Helvetiae. Zürich.
 1896. M. LUGEON. La nappe de la brèche du Chablais. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 7, n° 49, p. 41-44.
 1908. W. KILIAN et J. REVIL. Etudes géologiques dans les Alpes occidentales. *Mém. Carte géol., Fr.*, 2, n° 1, p. 109.

Le Carbonifère de Taninges, et plus généralement tous ses affleurements connus dans le Chablais, sont en position anormale. Il repose indifféremment sur le Flysch, le Crétacé ou le Lias. Il est parfois difficile de distinguer à première vue les schistes carbonifères de ceux du Flysch.

M. LUGEON a pu démontrer l'âge carbonifère de certains affleurements par la présence d'empreintes de *Neuropteris*, *Cordaites*, *Asterophyllites*, mais dont le mauvais état de conservation ne permettait pas de pousser plus loin la détermination. Ce n'est qu'à Taninges que l'on a pu récolter une flore déterminable.

VÉGÉTAUX FOSSILES DE TANINGES

Cette liste a été établie par M. LUGEON. Il y a groupé les plantes déterminées par O. HEER, et celles provenant de ses récoltes personnelles, déterminées par lui, puis revues par B. RENAULT et JACCARD :

- Calamites Cisti* BRONGNIART
Calamites Suckowi BRONGNIART
Calamites Studeri HEER
Asterophyllites tenuifolius STERNBERG
Annularia stellata
Sphenophyllum saxifragaefolium STERNBERG
Sphenopteris Coemani Andrae (sic) (= *Sphenopteris acutiloba* STERNBERG).
Neuropteris heterophylla BRONGNIART
Neuropteris gigantea STERNBERG
Neuropteris auriculata BRONGNIART
Neuropteris microphylla BRONGNIART
Odontopteris alpina STERNBERG
Mariopteris latifolia BRONGNIART (= *Pecopteris nervosa* in O. HEER, 1867)
Mariopteris muricata SCHLOTHEIM
Pecopteris abbreviata BRONGNIART
Pecopteris dentata BRONGNIART
Pecopteris Beaumont HEER
Pecopteris Plückeri SCHLOTHEIM
Lepidodendron Weltheimii STERNBERG

Lepidophloios laricinius STERNBERG

Stigmaria ficoides STERNBERG

Cordaites borassifolius STERNBERG

Rhabdocarpus Candollei HEER

M. LUGEON concluait : « Le Houiller de Taninges paraît donc être un niveau inférieur à celui des gisements fossilifères houillers briançonnais et de Rive-de-Gier. Il se rapporte aux couches tout à fait supérieures du Westphalien. Ce terrain, non signalé à l'état fossilifère dans les chaînes frontanes, vient encore singulariser les dépôts de la région de la Brèche ».

R. ZEILLER (*in* W. KILIAN, J. REVIL, 1908, p. 111) a fait quelques remarques à propos de cette flore. Il la compare notamment au terrain houiller du Briançonnais. Il écrit à ce sujet :

« Briançon serait ainsi à rapprocher de Taninges dont j'ai vu, communiquée par M. JAC-CARD, une série d'espèces westphaliennes : *Mariopteris muricata* SCHLOTHEIM forme *nervosa* BRONGNIART, *Pecopteris Miltoni* ARTIS, *Pecopteris dentata* BRONGNIART, *Neuropteris gigantea* STERNBERG et *Neuropteris heterophylla* BRONGNIART. O. HEER y indique, il est vrai, le *Pecopteris Plückeri* BRONGNIART qui est Stéphanien, mais il figure sous ce nom de Taninges, le *Mariopteris muricata*, forme *nervosa*. Son *Asterophyllites Saussurii* de Taninges ne me paraît pas différer de l'*Asterophyllites grandis* STERNBERG, espèce également westphalienne. La présence d'*Annularia stellata* SCHLOTHEIM (*Annularia longifolia* BRONGNIART), cette espèce n'apparaissant pas plus bas, conduit d'ailleurs à ranger Taninges dans le Westphalien supérieur ».

D'après les échantillons que j'ai pu voir et d'après les figures de O. HEER, il apparaît que les *Neuropteris gigantea* correspondent en réalité au *Neuropteris linguaefolia* P. BERTRAND; enfin le *Lepidodendron Weltheimii* (espèce namurienne) est à rejeter, l'échantillon correspondant étant trop mauvais pour être déterminé spécifiquement. Tout au plus voit-on qu'il s'agit d'un *Lepidodendron* à coussinets foliaires allongés.

Ces remarques ne modifient pas sensiblement les conclusions de R. ZEILLER. La présence parmi la flore de Taninges de *Neuropteris linguaefolia* rend encore plus grande l'analogie avec celle du Briançonnais, et permet de lui attribuer un âge westphalien C.

FLORE CARBONIFÈRE DES ALPES SUISSES

En dehors du prolongement de la zone briançonnaise (zone pennique) et du synclinal carbonifère qui s'étend au pied du massif du Mont Blanc et se continue dans le massif de la Dent de Morcles, on connaît en Suisse d'autres affleurements de Carbonifère qui ont pu être datés par la flore :

- 1) dans le massif de Tödi
- 2) A Manno, près de Lugano, dans les Alpes du Sud.

MASSIF DE TÖDI

1880. A. ROTHPLETZ. Die Steinkohlenformation und deren Flora an der Ostseite des Tödi. *Schweiz. paläont. Abhdlg.*, 6, n° 40, p. 1 à 28, pl. I et XI.

1911. B. G. ESCHER. Über die prätriasische Faltung in den Westalpen mit besonderer Untersuchung des Carbons an der Nordseite des Tödi. Anhang über das Scheidnossli und das Carbon von Manno bei Lugano. Diss. Zürich.
1946. P. CORSIN. Sur l'âge de la flore carbonifère du massif de Tödi (Suisse). C. R. Soc. géol., Fr., n° 14, p. 335-337.
1950. W. J. JONGMANS. Mitteilungen zur Karbonflora der Schweiz. I. *Eclogae geol. Helv.*, 43, n° 2, p. 95-104, pl. IV et V.

Les déterminations de ROTHPLETZ n'ont que peu de valeur. Les quelques fossiles qu'il a représentés sont trop fragmentaires, et ses figures sont trop imparfaites pour que l'on puisse les redéterminer utilement. Tout au plus ses planches permettent de reconnaître :

Alethopteris sp. (peut-être *Serli* ou *Serli lonchitifolia* si l'on en croit la forme aiguë des pinnules)
Neuropteris sp. (il s'agit peut-être d'un *Mixoneura*)
Pecopteris cyatheoides
Cordaïtes sp.
Lepidophyllum (peut-être *Asterotheca* sp.)

P. CORSIN (1946) a déterminé :

Neuropteris auriculata BRONGNIART (peut-être *Linopteris Brongniarti* GUTBIER)
Pecopteris cyathea SCHLOTHEIM
Alethopteris Grandini BRONGNIART
Asterophyllites

Pour cet auteur, les terrains qui renferment cette florule appartiennent bien au Stéphanien.

Plus récemment (1950), W. J. JONGMANS a revu le matériel rassemblé entre 1909 et 1910 par B. G. ESCHER, et qui avait été étudié à l'époque par R. ZEILLER.

Ces nouvelles déterminations ne modifient pas celles de R. ZEILLER, à quelques nuances près :

Calamites Suckowi BRONGNIART
Calamites gigas BRONGNIART
Calamites sp.
Annularia stellata SCHLOTHEIM
Asterophyllites equisetiformis (forma *Schlotheimi* JONGMANS et KUKUK)
Sphenophyllum majus
Lepidophloios cf. *laricinius* STERNBERG
Sigillariaephyllum
Pecopteris du groupe *cyathea* (= *Pecopteris cyatheoides*)
Pecopteris arborescens
Pecopteris cf. *Candollei* BRONGNIART
Pecopteris cf. *polymorpha* BRONGNIART
Pecopteris cf. *lepidorachis* BRONGNIART
Pecopteris Miltoni ARTIS
Pecopteris plumosa ARTIS
Pecopteris (Dicksonites) cf. *Plückenet* STERNBERG
Linopteris Munsteri EICHWEILER
Neuropteris ovata HOFFMAN (= *Mixoneura flexuosa*, GRAND'EURY)

Neuropteris cf. *Scheutzeri* HOFFMAN (peut-être *Neuropteris cordata* BRONGNIART)
Cyclopteris cf. *trichomanoides* BRONGNIART
Cyclopteris sp.
Alethopteris cf. *Serli-lonchitifolia* P. BERTRAND
Alethopteris cf. *Grandini* BRONGNIART
Sphenopteris sp.
Cordaites cf. *borassifolius* STERNBERG
Cardiocarpus cf. *Gutbieri*

Pour W. J. JONGMANS, cette flore se rapporterait au Westphalien D et peut-être au Stéphanien inférieur.

MANNO (ALPES DU SUD)

1876. O. HEER. *Flora fossilis Helvetiae*. Zürich.

1880. TARAMELLI. Il canton Ticino meridionale ed i paesi finitimi. Spiegazione del foglio XXIV. *Duf. Mat. Cart. geol. Svizzera*, 17. (Détermination de planches de F. Sordelli, *Flora fossilis insubrica*, Milano, 1896).

1911. B. G. ESCHER. *Loc. cit.*

1950. W. J. JONGMANS. *Loc. cit.*

O. HEER (1876) pl. XVI (fig. 1 et 3) a représenté deux fragments de Sigillaires provenant de cette localité : l'un sous le nom de *Sigillaria elongata* BRONGNIART, l'autre le « *Sigillaria tessellata* » BRONGNIART. Ces deux échantillons sont très mauvais et pratiquement indéterminables, tout au plus peut-on dire pour le second qu'il s'agit d'une Sigillaire voisine de *Sigillaria elegans*.

W. J. JONGMANS a, de son côté, récolté un *Linopteris* qu'il rapproche de *Linopteris neuropteroides* ou peut-être du *Linopteris Florini* Teixeira. Quelques pinnules de *Pecopteridium*, des fragments de *Sigillariaephyllum* et de *Cordaites* cf. *borassifolius*.

Il a rapporté les terrains contenant ces débris au Westphalien C, mais cette attribution est loin d'être certaine étant donné la pauvreté de cette flore et le manque d'espèce vraiment caractéristiques.

ADDENDUM

Depuis la rédaction de ce mémoire il est paru un ouvrage posthume de W. J. JONGMANS (1960) sur la flore du Carbonifère de la Suisse. Cet ouvrage est doté d'une abondante figuration. Cet auteur donne les listes des végétaux fossiles trouvés dans 11 gisements principaux de la Suisse, tant en zone externe des Alpes qu'en zone interne. Les listes sont, à quelques nuances de détermination près, assez semblables à celles que nous avons pu dresser, soit à partir de nos observations, soit à partir des documents qui étaient à notre disposition. Il est intéressant de constater que ses conclusions d'ordre stratigraphique sont semblables aux miennes.

CARBONIFÈRE DES ALPES AUTRICHIENNES « STANGALPE »

1840. F. UNGER. Über ein Lager vorweltlicher Pflanzen auf der Stangalpe in Steiermark, *Steiermarkische Z.*, (N. S.), 6, p. 140.
1841. F. UNGER. Verzeichnis der Pflanzenreste der Stangalpe.
1871. D. STUR. Geologie der Steiermark. Graz. (Karbon der Stangalpe p. 147-155, p. 162, 166, 183, 1 pl. et carte).
1938. R. SCHWINNER. Das Karbongebiet der Stangalpe. C. R. 2^e Congr. Avanc. Et Stratigr. Carbonif., Heerlen (1935), 3, p. 1171-1257.
1938. W. J. JONGMANS. Die Flora des « Stangalpe » Gebietes in Steiermark. C.R. 2^e Congr. Avanc. Et. Stratigr. Carbonif., Heerlen (1935), 3, p. 1259-1298, pl. 114-145.

W. J. JONGMANS (1938) a publié une révision de la flore du Carbonifère qui comprend de nouvelles récoltes de fossiles (les gisements sont indiqués sur la carte de R. SCHWINNER, 1938). A côté de ces nouvelles récoltes, il a revu les exemplaires conservés dans diverses collections et, notamment, il a pu rectifier les anciennes déterminations de F. UNGER.

La liste suivante comprend les espèces revues par W. J. JONGMANS. Pour plus de détails, et en particulier pour l'analyse des flores trouvées dans les différents gisements cités, le lecteur se reportera aux travaux de R. SCHWINNER et W. J. JONGMANS (*op. cit.*)

D'après ces études, il ne me semble pas qu'il y ait des variations d'un gisement à l'autre, et l'on peut considérer du point de vue stratigraphique la flore dans son ensemble.

**Espèces trouvées dans la région nommée « Stangalpe »
d'après W. J. Jongmans**

Calamites cruciatus STERNBERG
Calamites Suckowi BRONGNIART
Calamites undulatus STERNBERG
Annularia stellata SCHLOTHEIM
Annularia pseudostellata POTONIÉ
Annularia sphenophylloides ZENKER
Asterophyllites equisetiformis SCHLOTHEIM
Asterophyllites equisetiformis forma *Schlotheimi* JONGMANS
Sphenophyllum sp.
Sphenophyllum emarginatum BRONGNIART
Sphenophyllum oblongifolium GERMAR et KAULFUSS
Sphenophyllum Thoni MAHR (quelques fragments)
Sphenophyllum fimbriatum UNGER
Lepidodendron rimosum STERNBERG
Lepidophloios laricinius STERNBERG
Lepidophyllum lanceolatum BRONGNIART
Lepidophyllum Pilcheri KEMER (= *L. anthemis* KÖNIG ou *L. triangulare* ZEILLER)
Lepidostrobus variabilis LINDLEY et HUTTON

Sigillariaephyllum ou *Lepidophyllum*
Sigillaria laevigata BRONGNIART
Sigillaria Brardi BRONGNIART
Pecopteris arborescens BRONGNIART
Pecopteris Candollei BRONGNIART
Pecopteris hemitelioides BRONGNIART
Pecopteris cf. daubreii ZEILLER (douteux)
Pecopteris densifolia GOEPPERT
Pecopteris feminaeformis SCHLOTHEIM
Pecopteris lamurensis HEER
Pecopteris plumosa dentata ARTIS (sous différentes formes)
Pecopteris Miltoni BRONGNIART (?)
Dicksonites Plückeri (= *D. Sterzeli* ZEILLER)
Pecopteris polymorpha BRONGNIART
Pecopteris unita BRONGNIART
Asterotheca cf. truncata GOEPPERT
Pecopteris sp.
 Aphlébie
Sphenopteris sp.
Neuropteris ovata (HOFFMAN = *Mixoneura flexuosa*) GRAND'EURY
Cyclopteris
Neuropteris sp.
Neuropteris Scheuchzeri HOFFMAN (rare)
Neuropteris cordata BRONGNIART
Linopteris neuropteroides GUTBIER
Odontopteris Reichi GUTBIER
Callipteridium pteridium SCHLOTHEIM
Pecopteridium Costei ZEILLER
Pecopteridium Jongmansi BERTRAND
Alethopteris Grandini BRONGNIART (il s'agit de la forme décrite par R. ZEILLER à Commeny de A. Grandini ZEILLER non BRONGNIART)
Alethopteris Serli BRONGNIART
Alethopteris subelegans POTONIE (peut-être une forme de *P. polymorpha* BRONGNIART)
Cordaites
Artisia

W. J. JONGMANS a comparé cette flore à celle du Carbonifère des régions avoisinantes: Auer-nig près de Nassfeldhütte; Steinacher Joch, région de Nock. Il serait fastidieux de reproduire les listes de fossiles trouvés dans ces secteurs qui sont à quelques nuances près la répétition de la liste précédente. Les flores de ces gisements sont tout à fait comparables et appartiennent certainement au même niveau stratigraphique.

Du point de vue stratigraphie W. J. JONGMANS était d'avis que ces flores appartenaien-t à un niveau plus élevé que le Westphalien D. Il proposait même à leur sujet l'introduction dans le vocabulaire stratigraphique du terme de Westphalien E, pour désigner les assises pauvres en *Neuropteris ovata*, riches en *Pécoptéridées*, et contenant déjà quelques formes plus jeunes dont l'extension se prolonge jusqu'au Permien (Rothliegende). Ce terme n'a pas été adopté de façon générale.

Si l'on regarde ces listes, on constate que les espèces stéphanienues sont largement représentées; on trouve même quelques espèces propres au Stéphanien moyen du Massif Central français (*Odontopteris Reichi*, *Callipteridium pteridium*, *Sphenophyllum oblongifolium*, etc...)

La présence de *Mixoneura flexuosa* (*Neuropteris ovata* HOFFMAN pour W. J. JONGMANS), de *Pecopteris lamurensis*, pourrait faire penser qu'il s'agit de Stéphanien inférieur (Stéphanien A). Il est donc raisonnable de conclure qu'il s'agit bien de Stéphanien, ces assises pouvant se situer par ailleurs dans une zone supérieure du Stéphanien inférieur (Stéphanien A) ou inférieure du Stéphanien moyen (Stéphanien moyen) (Stéphanien B).

STRATIGRAPHIE

Si l'on excepte le Carbonifère de Taninges d'âge westphalien, qui est un élément de provenance lointaine faisant partie du système de nappes des Préalpes du Chablais, et dont l'origine doit être recherchée dans la zone interne, *tous les terrains carbonifères datés de la zone externe et des massifs cristallins sont d'âge stéphanien.*

Leur flore est tout à fait comparable à celle que l'on trouve dans les différents bassins houillers du Massif Central. Il n'a jamais été rencontré d'espèces que l'on pourrait tenir comme spéciales aux Alpes.

Le *Mixoneura alpina* de P. BERTRAND, dont le nom pourrait faire croire qu'il s'agit d'une variété particulière à la flore carbonifère des Alpes, s'est révélé, en dernière analyse, tout à fait identique au *Mixoneura flexuosa* GRAND'EURY qu'on rencontre à St. Etienne, dans les Cévennes, et à la base du Carbonifère de certains sondages du Jura. (CH. GREBER, 1954). C'est donc à l'échelle stratigraphique établie dans le Massif Central français qu'il faut se reporter pour dater les bassins stéphanienus des Alpes.

Stratigraphie du Stéphanien

Sans discuter ici de la question de sa limite inférieure, on peut subdiviser le Stéphanien en trois sous-étages caractérisés par leur flore :

Stéphanien inférieur ou Stéphanien A

Stéphanien moyen ou Stéphanien B

Stéphanien supérieur ou Stéphanien C

J. DOUBINGER (1956) a étudié tout particulièrement le sommet du Stéphanien et ses rapports et limites avec l'Autunien. Elle a réuni en un sous-étage nommé Stéphanien D la série ambiguë (Stéphano-autunienne), dont la flore n'est pas caractéristique, qui est connue dans beaucoup de bassins houillers, et la zone à *Callipteris conferta* que les anciens auteurs rapportaient à l'Autunien inférieur.

Le tableau ci-contre donne les subdivisions du Stéphanien.

Nous ne connaissons pas de bassins houillers où l'on rencontre cette série complète en succession normale, et il n'y a pas de limites bien tranchées entre les divers sous-étages : la flore évoluant de façon continue, comme on peut s'en rendre compte à l'examen du tableau montrant l'extension stratigraphique de quelques espèces stéphanienues.

ÉCHELLE STRATIGRAPHIQUE DU STÉPHANIEN

(1) (2)		FLORE CARACTÉRISTIQUE	EXEMPLES :
AUTUNNIEN	AUT.	<u>Callipteris conferta</u> Nombreuses <u>Lebachia</u> (Walchia)	Bert Montcombroux (Allier)
	INF.	STÉPH.	
S T É P H A N I E N	ÉTAGE AMBIGU	D <u>Taeniopteris multinervis</u> quelques <u>Lebachia piniformis</u> <u>Sphenophyllum</u> du groupe <u>S. Thoni</u> De nombreuses espèces stéphanienues persistent	Zone de passage à l'Autunien dans le sondage de Germancy (Nièvre)
	STÉPH. SUP.	C <u>Taeniopteris multinervis</u> raréfaction de l' <u>O. minor Zeilleri</u> Pécopitéridées nombreuses <u>Neuropteris Planchardi</u> <u>Sphenophyllum longifolium</u> <u>Sphenophyllum verticillatum</u> Présence de <u>Callipteridium pteridium</u> ; peu de <u>Sphenopteris</u>	Assise de l'Avaize (Loire) Assise de Ponsard (Bassin de Blanzay) Série de Champclauson (Gard)
	STÉPH. MOY.	B Apogée des Odontopitéridées : <u>Odontopteris minor Zeilleri</u> <u>Odontopteris Reichi</u> <u>Callipteridium pteridium</u> abondant Nombreux <u>Pecopteris</u> cyathéoides <u>Alethopteris Grandini</u> Zeiller (non Brongniart) <u>Sphenophyllum oblongifolium</u> <u>Sigillaria Brardi</u> <u>Dicksonites Sterzeli</u> quelques <u>Mixoneura neuropteroides</u> A la base extinction des <u>Mixoneura flexuosa</u> et <u>Pecopteris lamurensis</u>	Série productive de Decazeville Assise de Montceau (Bassin de Blanzay) Faisceau de St-Etienne zones 3 - 4 - 5 - 6 de Paul Bertrand dans le bassin houiller du Gard
	STÉPH. INF.	A <u>Mixoneura flexuosa</u> abondant <u>Pecopteris lamurensis</u> abondant Présence de <u>Pecopteris arborescens</u> <u>Sphenophyllum emarginatum</u> <u>Sphenophyllum majus</u> <u>Dicksonites Plückereti</u> <u>Pecopteris unita</u> Nombreux <u>Pecopteris</u> cyathéoides Vers le sommet apparition de <u>Callipteridium pteridium</u> <u>Odontopteris minor Zeilleri</u> et <u>Sphenophyllum oblongifolium</u>	Assise de Rive-de-Gier (Loire) Zone 1 et 2 de P. Bertrand dans le bassin houiller du Gard

(1) Ancienne échelle stratigraphique. L'Autunien débute avec l'apparition des premiers Callipteris

(2) Echelle stratigraphique d'après J. Doubingier 1956.

EXTENSION DE QUELQUES ESPÈCES STÉPHANIENNES

ESPÈCES	AUT.	STÉPH. C	STÉPH. B	STÉPH. A	WESTPH. D
<i>Mixoneura flexuosa</i>					
<i>Linopteris Brongniarti</i>					
<i>Linopteris neuropteroides</i>					
<i>Neuropteris Planchardi</i>					
<i>Alethopteris Grandini</i>					
<i>Odontopteris minor Zeilleri</i>					
<i>Odontopteris Brardi</i>					
<i>Callipteridium pteridium</i>					
<i>Callipteridium gigas</i>					
<i>Pecopteris cyathéoides</i>					
<i>Pecopteris unita</i>					
<i>Pecopteris polymorpha</i>					
<i>Pecopteris feminaeformis</i>					
<i>Pecopteris lamurensis</i>					
<i>Dicksonites Pluckeneti</i>					
<i>Taeniopteris multinervis</i>					
<i>Sphenophyllum emarginatum</i>					
<i>Sphenophyllum oblongifolium</i>					
<i>Sphenophyllum majus</i>					
<i>Sphenophyllum longifolium</i>					
<i>Sigillaria Brardi</i>					
<i>Annularia stellata</i>					
<i>Annularia sphenophylloides</i>					
<i>Asterophyllites equisetiformis</i>					
<i>Calamites Cisti</i>					
<i>Lebachia piniformis</i>					

Il est souvent très délicat de dater une assise donnée. Ainsi, par exemple, si l'on trouve une flore qui comprend, en dehors des espèces banales, des *Odontopteris minor Zeilleri*, *Callipteridium pteridium*, *Sphenophyllum oblongifolium*, ainsi que des *Pecopteris lamurensis*, quelques *Mixoneura flexuosa* (ce qui est le cas d'un certain nombre de gisements des Alpes), on sera amené à classer les formations qui contiennent cette association, soit dans une zone élevée du Stéphanien A, soit à la base du Stéphanien B. Il est évident qu'on se trouve dans une zone de passage.

Autre exemple :

A Barles, parmi une flore où dominant des espèces du Stéphanien B et où il n'y a pas de plantes propres au Stéphanien A, on note la présence de quelques-unes dont l'apparition est assez tardive, et qui sont généralement courantes parmi la flore du Stéphanien supérieur. Dans ce cas, il est probable qu'on se trouve dans la partie supérieure du Stéphanien B ou à la base du Stéphanien C.

Le tableau suivant donne la position relative des principaux gisements carbonifères de la zone externe et des massifs cristallins d'après leur flore.

En conclusion, nous voyons que, parmi ces gisements, les plus anciens sont du Stéphanien inférieur. C'est donc à cette époque que s'est établi dans cette partie des Alpes un régime limnique identique à celui du reste du Massif Central. Cette période succède à une phase orogénique importante : la phase asturienne, dont les effets se sont fait sentir également dans la zone interne, où l'on constate un déplacement vers le Nord de la sédimentation houillère à partir du Westphalien D et au Stéphanien.

Le Carbonifère le plus récent connu semble être celui de Barles, qui se placerait à la partie supérieure du Stéphanien moyen.

La plupart des autres gisements ne dépassent pas le Stéphanien moyen.

Le fait est digne d'intérêt, car dans le Massif Central, et en particulier dans les bassins houillers de sa bordure est (St. Etienne, Blanzay, Le Creusot, Autun, Epinac, par exemple), la sédimentation s'est poursuivie au Stéphanien supérieur, et souvent on passe à l'Autunien par l'intermédiaire de séries ambiguës (Stéphanien D de J. DOUBINGER). Il faut noter cependant que l'extension horizontale de ces séries ne coïncide pas toujours avec celle du Stéphanien. Il semble qu'à partir d'un certain moment, il y a eu une sorte de débordement de ces lacs entraînant des changements dans l'aire de répartition des sédiments. Quelle est la cause de cet arrêt de la sédimentation houillère vers le milieu du Stéphanien dans les Alpes ?

Deux explications peuvent être envisagées :

- 1) Cet arrêt n'est peut-être qu'apparent : des assises supérieures se sont bien déposées, mais ont été détruites depuis par l'érosion, si bien que l'on n'observe plus que les couches les plus anciennes conservées dans les fonds de synclinaux.
- 2) Ou bien, il y eut arrêt effectif de la sédimentation, les lacs étant comblés, ou encore des mouvements tardi-hercyniens ont interrompu le régime limnique qui s'était établi au Stéphanien inférieur.

A l'appui de cette dernière hypothèse, on peut avancer les deux faits suivants :

- 1) L'absence de témoins de terrain plus récents
- 2) Le fait que, dans la zone interne, le Stéphanien moyen est représenté par une assise conglomératique (assise de Courchevel) qui peut être regardée comme le résultat d'une reprise active de l'érosion due à un rajeunissement des reliefs.

Dans les conclusions générales, nous verrons comment cette interprétation peut s'intégrer dans l'essai de reconstitution de l'évolution de la Chaîne hercynienne au cours des temps carbonifères.

EXTENSION STRATIGRAPHIQUE DES GISEMENTS CARBONIFÈRES DE LA ZONE EXTERNE

ET DES MASSIFS CRISTALLINS DES ALPES FRANÇAISES

	<u>BARLES</u> Affleurements et sondages	Massif du MERCANTOUR	Massif des GRANDES-ROUSSES	LA MURE	ORIS-en- RATTIER ENTRAIGUES	Massif de BELLEDONNE (moins les grès d'Allevard)	PETIT COEUR (Savoie)	Région de BEAUFORT Lac de la GIROTTE	Vallée de l'Arly région de St-Gervais Chamonix	Terrain houiller entre Mt-Blanc et Aiguilles Rouges France et Suisse
STÉPHANIE C	—									
STÉPHANIE B	(?)									
STÉPHANIE A		—	—	—	—	—	—	X (?)	—	—

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

RAPPEL DES RÉSULTATS ACQUIS

On peut distinguer, dans la zone interne, cinq assises datées paléontologiquement. On y trouve des plantes dont la répartition géographique très grande et la localisation dans certains niveaux permettent de les considérer comme de bons guides stratigraphiques. C'est le cas du *Neuropteris Schlehani*, du *Neuropteris linguaefolia* et de l'association *Mixoneura flexuosa*, *Pecopteris lamurensis*.

La sédimentation carbonifère s'est poursuivie du Namurien (terme le plus ancien connu) au Stéphanien moyen (terme le plus récent daté paléontologiquement). Il semble qu'entre ces deux termes extrêmes toutes les assises du Carbonifère soient représentées. Cependant, il ne nous a pas été possible de faire coïncider rigoureusement l'échelle stratigraphique locale, que nous avons définie, avec l'échelle stratigraphique générale du Carbonifère continental.

Nous nous sommes demandé si cela n'était pas dû à la présence de lacunes au sein des séries. Nous ne le croyons pas, car tout concorde à nous faire penser à un passage continu d'une série à la suivante, sauf pour l'assise de Courchevel (Stéphanien B), qui est discordante sur l'ensemble et qui présente des caractères géologiques et pétrographiques qui lui donnent une individualité bien marquée (J. FABRE, 1958).

Nous n'avons pas pu caractériser le Westphalien B, ni tracer de limite entre le Westphalien D et le Stéphanien. Cela est dû au fait que nous ne connaissons pas d'espèces vraiment caractéristiques de ces étages. L'évolution de la flore carbonifère est un phénomène continu; aussi, est-il normal de rencontrer entre des assises à flores différentes des zones de passage. Nous avons également remarqué que là où le Westphalien B a été défini, et où a été déterminée la limite Westphalien-Stéphanien, on s'est fondé sur des phénomènes locaux (présence de niveaux marins, discordance du conglomérat de Holz). Il n'y a donc rien d'étonnant à ce que ces caractères ne puissent être retrouvés partout.

Dans la troisième partie de ce travail, nous avons vu que tous les bassins de la zone externe datés paléontologiquement sont d'âge stéphanien. Les plus anciens possèdent une flore caractérisée par l'abondance du *Mixoneura flexuosa* Gd'Eu. et de *Pecopteris lamurensis* HEER. Cette association est typique du Stéphanien A. Le Stéphanien B est également représenté; enfin, certains gisements peuvent être à cheval sur ces deux étages.

Le terrain houiller de Barles est le plus jeune que nous connaissions et peut se rapporter, soit au sommet du Stéphanien B, soit déjà au Stéphanien C.

NATURE DU BASSIN HOULLER BRIANÇONNAIS

Comparaison avec les autres bassins des Alpes

C. LORY (1858), avait déjà remarqué que les débris végétaux que l'on trouvait dans la zone interne et dans les bassins externes, n'étaient pas de même nature. La flore de ces derniers étant riche en végétaux terrestres, celle de la première contenait beaucoup de Lépidophytes et Calamites. Il expliquait ce phénomène par des différences dans la nature même des bassins. Les dépôts de la zone externe se sont formés dans de petits lacs d'étendue restreinte; ceux de la zone interne dans une vaste plaine marécageuse.

Nous ne pouvons que confirmer l'exactitude de ces observations, tout au moins en ce qui concerne le Westphalien.

Enfin, en plus de son abondance en Lépidophytes, Calamariées, la série westphalienne du terrain houiller briançonnais présente d'autres caractères qui l'apparentent avec les bassins paraliques :

- 1) — Son étendue (nous savons maintenant que le Westphalien s'étend jusqu'en Tarentaise)
- 2) — Le nombre des couches
- 3) — La constance des murs à *Stigmaria* au mur des couches

Et au début de nos recherches, mes collègues R. FEYS, J. FABRE et moi-même, nous nous sommes demandé s'il ne s'agissait pas réellement d'un bassin de ce type. Mais jamais nous n'avons observé de traces d'invasions marines, tout au moins avant le Néopermien (Verrucano), où mon collègue R. FEYS (1957) a signalé des galets de calcaire montrant en lames minces des micro-organismes dont la nature exacte n'a pu être déterminée, mais qui semble se rapporter à des organismes marins ou, tout au moins, d'eau saumâtre (1).

A partir du Stéphanien, ces caractères s'atténuent; les Lépidophytes sont beaucoup moins abondants et le régime limnique qui s'installe devient comparable à celui des bassins de la zone externe.

On peut remarquer que ces changements coïncident avec un déplacement de l'aire de sédimentation vers le Nord, déplacement qui est sans doute en rapport avec la phase orogénique asturienne qui a également eu pour effet une reprise intense de l'érosion : d'où la nature conglomératique de l'assise de Courchevel.

En dernière analyse, c'est à un bassin limnique du type bassin sarro-lorrain que la série westphalienne du bassin briançonnais doit être comparée. Il s'agit d'un vaste bassin de subsidence, vraisemblablement protégé des invasions marines par une chaîne côtière, marécageux au moins sur les bords, où poussait une abondante végétation palustre. J. FABRE (1958), arrive à la même conclusion par des considérations pétrographiques et granulométriques.

On peut ajouter qu'il est probable que la pauvreté relative en espèces terrestres est due à l'éloignement des régions où elles croissaient, et seules celles qui dominaient largement dans la forêt carbonifère ont vu leurs débris venir se sédimenter dans la lagune houillère.

(1) Depuis, les géologues suisses (R. TRÜMPY, 1957) ont trouvé dans la même formation des petits bancs de calcaire contenant une microfaune. L'étude micropaléontologique de ces bancs est actuellement en cours.

LES BASSINS DE LA ZONE EXTERNE ET CEUX DU MASSIF CENTRAL FRANÇAIS

Si nous avons pu noter des différences notables entre le bassin briançonnais et ceux de la zone externe, il n'en est pas de même entre ces derniers et ceux du Massif Central français. Au contraire, ils se ressemblent non seulement par l'âge et les espèces végétales qu'on y rencontre, mais encore par la nature de la sédimentation, la rareté des murs de végétation. Il s'agit bien de bassins lacustres.

Bien sûr, on pourrait trouver entre ces lacs des différences : chez les uns, on observe une prédominance de dépôts deltaïques; d'autres ont occupé l'emplacement d'un graben où les failles hercyniennes ont eu une grande importance dans la répartition des sédiments (bassin de Blanzzy, par exemple). Mais ce sont là des différences dues surtout à la morphologie locale au moment de leur formation. Tous ont en commun leur formation à l'intérieur de la chaîne et, de ce fait, il ne faut pas séparer l'histoire des bassins houillers de la zone externe des Alpes de ceux du Massif Central.

Mais, cependant, chacun semble avoir une évolution propre. Certains ont eu une durée plus longue que d'autres, et ne sont pas rigoureusement synchroniques. C'est par l'étude précise de leur stratigraphie et de leur paléogéographie, que l'on peut arriver à reconstituer dans une certaine mesure l'évolution de la Chaîne hercynienne.

THÉORIE DE M. BERTRAND (1888)

Dès 1888, M. BERTRAND a attiré l'attention des géologues sur ce que pouvait nous apprendre la stratigraphie des bassins houillers du Massif Central.

Nous allons résumer brièvement sa pensée.

Au départ, il remarquait que l'on pouvait classer ces bassins houillers, d'après les déterminations de GRAND'EURY, de la manière suivante :

1. — Etage de la Rive-de-Gier et des Cévennes

(ce qui correspond à ce que nous nommons Stéphanien inférieur)

Gisement de Rive-de-Gier
Prades
Bassège
Système inférieur de La Grand'Combe
Graissessac
Carmaux
St Perdoux

2. — Etage des Cordaïtes et des Fougères (cf. Stéphanien moyen)

Gisement de St-Chamond
 Couches moyennes de St-Etienne
 Epinac
 Blanzy
 Brassac
 Langeac
 Couches moyennes et supérieures de La Grand'Combe
 Bassin de Decazeville
 St. Foy

3. — Etage des Calamodendrées

(Ce qui pourrait correspondre, dans notre classification actuelle, à la partie supérieure du Stéphanien moyen, ou Stéphanien supérieur, ou Stéphanien C).

Couches supérieures de St. Etienne
 Bourgneuf
 Ahun
 Commentry
 Champagnac
 Decazeville
 St. Foy

En considérant en chaque point l'étage le plus ancien qui repose directement sur le socle cristallin, en le reportant sur une carte (p. 233), M. BERTRAND remarquait que les bassins se répartissaient d'une façon simple en bandes concentriques. Il se refusait à voir là un simple effet du hasard.

Cette disposition évoquait, selon lui, un fait comparable à une transgression marine. Il rappelait que SUESS avait signalé en Bohême un phénomène du même ordre : les dépôts continentaux du Houiller supérieur et du Permien se sont avancés de plus en plus loin sur le sol de la Bohême. Cet auteur avait appelé ce phénomène transgression limnique (limnique transgression) et il pensait qu'il était en relation avec une transgression marine concomitante.

M. BERTRAND a recherché, à la suite de SUESS, quel pouvait être l'effet d'une transgression marine, c'est-à-dire d'une élévation corrélative du niveau de base sur les conditions de remplissage de lacs échelonnés sur le parcours d'un fleuve, pour expliquer la répartition des bassins houillers. Mais cette explication ne le satisfait pas et il pense, en définitive, que les conditions de formation des lacs carbonifères sont en rapport avec l'orogénèse hercynienne.

Le régime lacustre se serait établi dans des dépressions allongées selon les axes orogéniques de la Chaîne hercynienne et qui correspondraient à des directions de plis synclinaux. L'accentuation progressive de ces plis et la subsidence, toujours sensible dans ces zones, auraient entraîné l'approfondissement progressif des lacs, ce qui expliquerait aussi la grande puissance des dépôts houillers qui s'y sont accumulés. Il faut ajouter que les phénomènes de plissement ne seraient pas les seuls à avoir joué un rôle déterminant, mais aussi le jeu de certaines grandes cassures.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES



FIGURE 36
Schéma de la répartition des bassins houillers du Massif Central
(d'après M. BERTRAND, 1888)

Les lignes qui limitent les trois zones de bassin houiller sur le schéma de M. BERTRAND permettraient, selon lui, de reconstituer dans leurs traits généraux les courbes de niveau de l'ancienne chaîne.

Nous pouvons maintenant reprendre ces remarques de M. BERTRAND et les préciser en plusieurs points, sans se limiter, comme il l'a fait, aux bassins houillers du plateau central proprement dit, mais en tenant compte des bassins houillers intra-hercyniens et, comme nous venons de le voir, de ceux de la zone externe des Alpes qui entrent dans cette catégorie.

Sur l'échelle stratigraphique du Carbonifère, représentons par un trait la durée des bassins houillers, telle que nous la connaissons d'après l'étude de leurs flores, puis classons-les suivant un ordre géographique allant, autant que possible, du SE vers le NW.

En partant des Alpes, nous avons successivement les bassins de la zone externe, de la Loire, du Jura, de Blanzzy et du Creusot, de Ronchamp, d'Autun et d'Epinac; nous pouvons projeter également le bassin de la Sarre et de la Lorraine.

Nous obtenons ainsi une sorte de coupe transversale de la Chaîne hercynienne de direction varisque en France.

On constate immédiatement, comme dans le schéma de M. BERTRAND, qu'à mesure que l'on va du SE vers le NW les bassins houillers reposent sur leur socle par des terrains de plus en plus récents.

Il est remarquable que le bassin houiller de Lons-le-Saunier (Jura), inconnu du temps de M. BERTRAND, vienne se placer harmonieusement dans ce tableau. Que signifie cette disposition ? Pas plus que M. BERTRAND, nous ne sommes disposé à y voir un simple effet du hasard. Il s'agit bien d'un phénomène en relation avec l'orogénèse hercynienne.

Une deuxième constatation s'impose, qui n'apparaissait pas dans le schéma de M. BERTRAND.

Au fur et à mesure que l'on s'éloigne des Alpes, les bassins houillers ont, à leur sommet, des assises de plus en plus récentes.

On observe une sorte de relais dans la stratigraphie de ces bassins. L'aire de sédimentation se déplace donc dans le temps du Sud au Nord.

Nous nous sommes déjà demandé (p. 224), à propos des bassins houillers de la zone externe, pourquoi ces derniers n'avaient pas une extension stratigraphique plus grande. Les plus récents que nous connaissons ne dépassent pas le Stéphanien moyen, en exceptant Barles qui occupe une position particulière. Cet arrêt de la sédimentation houillère a été provoqué, pensons-nous, par des mouvements orogéniques et non par le comblement des bassins.

En effet, au Stéphanien moyen, synchroniquement avec cet arrêt de la sédimentation, se produit dans la zone interne un apport de dépôts grossiers (assise de Courchevel) qui témoignent d'une reprise de l'érosion, donc d'un rajeunissement du relief. On peut donc conclure :

Après un paroxysme orogénique qui correspond à la phase « asturienne » pour employer la terminologie de H. STILLE, la chaîne où sont établis les bassins houillers limniques a encore été le théâtre de mouvements tardifs, d'intensité moindre, mais suffisants cependant pour interrompre la sédimentation dans certains bassins, ou créer, ou approfondir d'autres qui sont venus relayer les premiers.

Ces mouvements ne se sont pas traduits dans la stratigraphie par des discordances aussi nettes que celles des paroxysmes orogéniques.

Il est possible que le deuxième cycle de sédimentation décrit par J. HAUDOUR et J. SARROT-REYNAULD (1956) dans le Carbonifère du Sud de Belledonne, soit en relation avec ces mouvements tardifs.

Il en est, sans doute, de même pour les déplacements d'aires de sédimentation que l'on observe dans les bassins de la bordure Est du Massif Central, à Autun (P. PRUVOST, 1943), à Blanzay, au Creusot (R. FEYS, C. GREBER, 1958).

Le déplacement, dans le temps, de ces mouvements tardifs hercyniens s'effectue du SE vers le NW de la chaîne. Ils sont ainsi d'autant plus récents que l'on s'éloigne davantage des Alpes. Il est curieux de constater que l'ensemble des directions des poussées tectoniques qui ont plissé ou accidenté le Carbonifère sont orientées SE-NW. Le bassin sarro-lorrain en fournit un exemple.

Ainsi la stratigraphie fine du Carbonifère nous permet de préciser l'évolution de la Chaîne hercynienne et montre la continuité des phénomènes orogéniques.

FACIÈS ROUGES

Dans la plupart des bassins houillers étudiés on rencontre, à partir de certains niveaux, des faciès colorés, généralement à teinte dominante rouge.

L'apparition de ces faciès coïncide avec un net appauvrissement en niveaux charbonneux ou une stérilisation complète.

La présence de sédiments rouges a été souvent regardée comme l'indice de l'existence d'un climat désertique ou subdésertique au moment de leur dépôt (G. MATHIEU, 1949). Ce dernier auteur voit une relation entre « un régime désertique » qui s'établissait dans les plaines et la disparition d'espèces qui, selon lui, plus sensibles à la sécheresse, auraient survécu dans les montagnes qui continuaient à recevoir des précipitations plus abondantes. Le genre *Miro-neura* serait dans ce cas.

Depuis, H. ERHART (1955-1956) a attiré l'attention des géologues sur le rôle essentiel que pouvait jouer la présence ou l'absence d'une couverture végétale pour la formation de dépôts rouges. Je ne discuterai pas ici de l'application de cette théorie à l'explication des dépôts rouges du Carbonifère, mais je ne puis m'empêcher de remarquer que parmi les causes qui peuvent provoquer la disparition de la couverture végétale, on peut retenir les changements de climat, ce qui nous ramène aux explications antérieures.

Mais, sans vouloir rechercher l'origine et la nature exacte de ces dépôts, nous pouvons constater qu'ils apparaissent à des moments précis dans les bassins étudiés ici.

Il est souvent difficile de les dater exactement en raison de l'extrême rareté des fossiles dans ces formations.

Pennsylvanien	Autunien	
	Stéphanien	C
		B
		A
	Westphalien	D
		C
		B
		A
	Namurien	C
		B
		A

D'après W.J. Jongmans et R. Pruvost (1950)

FIGURE 37
Principales subdivisions du Carbonifère

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

N-W		APPARITION DES FACIES ROUGES						S-E
	SARRE ET LORRAINE	VOSGES (RONCHAMP)	AUTUN EPINAC	BLANZY LE CREUSOT	LONS-LE-SAUNIER	St-ETIENNE	ZONE EXTERNE	
AUTUNNIEN			○				○	
STÉPHANIE C				○	○	○		
STÉPHANIE B		○						
STÉPHANIE A	○							
WESTPHALIEN								

En Sarre et Lorraine ils apparaissent immédiatement au-dessus du conglomérat de Holz, c'est-à-dire dès le Stéphanien inférieur si l'on suit les assimilations stratigraphiques classiquement admises soit, peut-être, à un âge plus récent.

On les connaît au Stéphanien moyen à Ronchamp (G. MATHIEU, 1949). J. LOUIS (1954) en a signalé à l'Autunien dans le bassin d'Autun; mais là, la coupe donnée par cet auteur n'est pas démonstrative et un doute subsiste.

Dans le bassin de Blanz, des faciès colorés existent dans l'assise du « Ponsard », qui vient se placer entre le Stéphanien moyen et l'Autunien. Elle peut être soit d'âge Stéphanien supérieur, soit autunien (M. GRANGEON, R. FEYS, C. GREBER, 1955).

Au-dessus du terrain houiller productif stéphanien moyen du bassin de Lons-le-Saunier, repose une importante série colorée antétriasique, rapportée dans les coupes de sondage au Permien (A. BONTE, J. GOGUEL, C. GREBER, P. LAFFITTE, G. LIENHART, J. RICOUR, 1953).

Cette assise varie d'épaisseur dans des proportions notables selon les points. La limite inférieure est placée arbitrairement dans les sondages à l'apparition des premiers débris végétaux. Il n'est pas exclu que la partie inférieure de ces séries colorées représente soit le Stéphanien supérieur, soit l'Autunien.

Les couches rouges du Jardin des plantes à St. Etienne sont considérées comme d'âge autuno-stéphanien d'après leur position.

Enfin, dans la zone externe des Alpes, des couches colorées n'apparaissent qu'avec les Grès d'Allevard, qui, d'après la flore qui y a été récoltée, appartiennent à un niveau assez élevé du Permien.

On connaît dans la zone interne des faciès analogues dans le Westphalien et dans certains niveaux de l'assise Tarentaise, mais il ne s'agit là que d'épisodes locaux (J. FABRE, 1958).

Par contre, de tels faciès sont bien développés dans ce qui a été appelé Eopermien (R. FEYS, 1957; J. FABRE, 1958) ainsi qu'au Néopermien, c'est-à-dire qu'ils apparaissent peu après le Stéphanien moyen.

Si l'on représente sur l'échelle stratigraphique par un point le début des faciès colorés dans les différents bassins que nous venons de citer, nous voyons qu'en allant de la Lorraine aux Alpes ils apparaissent d'une façon régulière à des époques de plus en plus récentes, comme s'ils montaient à l'assaut de la Chaîne hercynienne. Ils sont les précurseurs du stade final de son évolution où, après de derniers soubresauts, ses dépressions seront comblées par les sédiments rouges de la fin du Permien.

BIBLIOGRAPHIE

La bibliographie est divisée en deux parties :

La première est consacrée aux ouvrages ayant trait, soit en totalité, soit en partie, à la flore et à la stratigraphie du Carbonifère des Alpes.

La seconde comprend les ouvrages qui, sans se rapporter spécialement aux Alpes, ont été utilisés au cours de cette étude.

OUVRAGES AYANT TRAIT SOIT EN TOTALITÉ, SOIT EN PARTIE A LA FLORE
ET A LA STRATIGRAPHIE DU CARBONIFÈRE DES ALPES

- AMSTUTZ G. C. (1948). — Pflanzenreste im Verrucano des Glarner Fryberges. *Actes Soc. helv. Sci. nat.*, 128, p. 136-7.
- ARCHIAC d' (1847-1860). — Histoire des progrès de la géologie de 1834 à 1859. Paris.
- BAKEWELL (1823). — Travels comprising observations made during a residence in the Tarentaise and various parts of the graecian and pennine Alps and in the Switzerland and Auvergne. London, 1820, 1823, 2 vol.
- BARBIER R., BLOCH J. P., DEBELMAS J., ELLENBERGER F. (1954). — Réunion extraordinaire de la Soc. géol. Fr. en Maurienne et Tarentaise (Savoie) du 4 au 12 Septembre 1954. *C.R. Soc. géol., Fr.*, n° 17, p. 435-505, cartes.
- BEAUMONT E. de (1828 a). — Notice sur un gisement de végétaux fossiles et de Bélemnites situé à Petit Cœur, près Moutiers, en Tarentaise. *Ann. Sci. nat., Fr.*, (1), 14, p. 113.
- BEAUMONT E. de (1828 b). — Sur un gisement de végétaux fossiles et de graphite situé au col du Chardonnet (département des Hautes-Alpes). *Ann. Sci. nat., Fr.*, (1), 15, p. 353-381, pl. XII.
- BEAUMONT E. de (1939). — Classification des terrains anthracifères des Alpes dans le Lias. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (1), 11.
- BEAUMONT E. de (1858). — Sur les gisements de fossiles végétaux du terrain anthracifère des Alpes occidentales. *C.R. Acad. Sci., Fr.*, 46, p. 390.
- BELLET J. (1933). — Note sur la flore stéphanienne du Houiller des Grandes-Rousses. *A.F.A.S.*, 5^e Sess., Chambéry, p. 230.
- BERTRAND P. (1926 a). — La zone à *Mixoneura* du Westphalien supérieur. *C.R. Acad. Sci., Fr.*, 183, p. 1349.
- BERTRAND P. (1926 b). — Les gisements à *Mixoneura* de la région de St-Gervais-Chamonix. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (4), 26, p. 381-388, pl. XIX.
- BERTRAND P. (1930). — Bassin houiller de la Sarre et de la Lorraine. I. Flore fossile, 1^{er} fasc. Neurop-
téridéas. Et. des gîtes minéraux de la France, p. 46-47, pl. XXVIII.
- BERTRAND P. (1937). — Tableau des flores successives du Westphalien supérieur et du Stéphanien. *C.R. 2^e Congr. Avanc. Et. Stratigr. Carbonif.*, Heerlen (1935), 1, p. 73.
- BLANCHET F., MORET L., ROCH E. (1923). — Contribution à la connaissance du terrain houiller de la zone intra-alpine française. (Etudes exécutées sous la direction de W. Kilian). *Trav. Lab. Géol. Grenoble*, 34, et *Bull. Soc. sci. Isère*, 45.
- BLANCHET R. (1856). — Flore fossile du terrain anthracifère des Alpes. *Bull. Soc. vaudoise Sci. nat.*, 4, p. 322.

- BORDET C. (1957). — Recherches géologiques sur la partie septentrionale du massif de Belledone (Alpes françaises). (Thèse, Paris).
- BORDET P., BORDET C. (1953). — Sur la présence de Carbonifère anté-stéphanien dans la série cristallophyllienne du massif de Belledonne (Alpes françaises). *C. R. Acad. Sci., Fr.*, **236**, n° 3, p. 305-307.
- BORDET P., CORSIN P. (1951). — Flore stéphanienne dans le massif des Grandes-Rousses (Savoie). *C.R. Soc. géol., Fr.*, n° 5, p. 73-74.
- BORSON (1829). — Notice sur quelques fossiles de la Tarentaise en Savoie. *Mém. Acad. Sci. Turin*, (1), **33**, p. 174.
- BOUROZ A. (1952). — Données nouvelles sur la stratigraphie et la tectonique du bassin houiller de La Mure (Dauphiné). *C.R. 3^e Congr. Avanc. Et. Stratigr. géol. Carbonif.*, Heerlen (1951), **1**, p. 45-50, 3 fig.
- BOUROZ A. (1953). — Nouvelle Neuroptéridée du Stéphanien inférieur du bassin du Dauphiné. *Linopteris Corsini* nov. sp. *Ann. Soc. géol. Nord*, **72**, n° 2, p. 139-144, pl. VII.
- BOUROZ A., CORSIN P. (1950). — Sur l'âge du Houiller du bassin de La Mure (Isère) et de la zone externe des Alpes. *C.R. Acad. Sci., Fr.*, **230**, n° 23, p. 2035-37.
- BRONGNIART A. (1828). — Observations sur les végétaux fossiles des terrains d'anthracite des Alpes. *Ann. Sci. nat.*, **14**, p. 127-136.
- BRONGNIART A. (1828-1836). — Histoire des végétaux fossiles. Paris.
- BUNBURY C.J.F. (1848-1849). — On fossil plants from the anthracite formation of the Alps of Savoy. *Quart. J. geol. Soc. London*, p. 130-142.
- CORSIN P. (1946). — Sur l'âge de la flore carbonifère du massif de Tödi (Suisse). *C.R. Soc. géol., Fr.*, n° 14, p. 335-337.
- CORSIN P. (1950). — Le Houiller de la zone du Briançonnais. *C. R. Acad. Sci., Fr.*, **230**, n° 26, p. 2315-17.
- CORSIN P., ARÉVIAN A. (1956). — Sur la présence du Permien inférieur à plantes dans le vallon de Roya, près de St-Etienne-de-Tinée (A. M.). *C.R. Acad. Sci., Fr.*, **243**, n° 22, p. 1776-1778.
- CORSIN P., DEBELMAS J. (1952). — Sur la présence du Stéphanien fossilifère au col de Tramouillon, dans le massif de Gaudent, au Sud de Briançon (Hautes-Alpes). *C.R. Soc. géol., Fr.*, n° 3, p. 45-47.
- CORSIN P., FAURE-MURET A. (1946). — Découverte d'une florule stéphanienne au cirque de Férissou près de St-Martin-Vésubie (Alpes-Maritimes). *C.R. Soc. géol., Fr.*, p. 246-248.
- CORSIN P., FAURE-MURET A. (1951). — Nouvelle flore du Stéphanien à l'Est de St-Martin-Vésubie (A. M.). *C. R. Soc. géol., Fr.*, n° 4, p. 57-59.
- CORSIN P., TOBI A.C. (1954). — Nouvelles données sur l'âge des « Grès d'Allevard » (massif du Belledonne, Isère). *C.R. Acad. Sci., Fr.*, **239**, n° 16, p. 984-986.
- DEBELMAS J. (1951). — Une coupe transversale naturelle du versant sud du massif de la tête de Gaudent (Hautes-Alpes) : la rive gauche du torrent de Tramouillon. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (6), **1**.
- DEBELMAS J. (1955). — Les zones sub-briançonnaise et briançonnaise occidentale entre Vallouise et Guillestre (Hautes-Alpes). *Mém. serv. Carte géol., Fr.*, **172** p.
- DOLOMIEU D. (1798). — Rapport fait à l'Institut National sur ses voyages en l'an V et l'an VI. *J. Mines, Fr.*, **7**, p. 385-402 et 405-437.
- ESCHER B. G. (1911). — Über prätriasische Faltung in den Westalpen mit besonderer Untersuchung des Karbons an der Nordseite des Tödi. Anhang über das Scheidnossli und das Karbon von Manno bei Lugano. Diss. Zürich.
- FABRE J. (1952). — Note préliminaire sur quelques résultats stratigraphiques obtenus dans le Houiller de Tarentaise et de Maurienne (zone briançonnaise). *C.R. Soc. géol., Fr.*, n° 3, p. 34-35.
- FABRE J. (1952). — Résumé des études sur le Carbonifère briançonnais. *C.R. 3^e Congr. Avanc. Et. Stratigr. Géol. Carbonif.*, Heerlen (1951), **1**, p. 203-207.
- FABRE J. (1955). — Quelques observations dans le Permo-Carbonifère de la vallée de l'Arc (zone briançonnaise) (feuilles de Modane et Névache au 1/50 000). *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, **52**, n° 241, p. 237-240.
- FABRE J. (1958). — Contribution à l'étude de la « zone houillère » en Maurienne et en Tarentaise (Alpes de Savoie). *Fac. Sci. Univ. Paris.*, Thèse, 2 vol., 353 p., fig., pl. h. t., dpl. h. t. (*Mém. B.R.G.M., Fr.*, n° 2) (1961).
- FABRE J., FEYS R. (1953). — Phénomènes de plasticité et migrations dans les charbons alpins. *C.R. 19^e Congr. internation. Géol.*, Alger, fasc. 3, p. 149-162, 21 fig.
- FABRE J., FEYS R., GREBER C. (1952). — Observations sur une note récente de P. CORSIN et J. DEBELMAS : « Sur la présence de Stéphanien fossilifère au col de Tramouillon (Hautes-Alpes). » *C.R. Soc. géol., Fr.*, n° 7, p. 124-125.

- FABRE J., FEYS R., GREBER C. (1952 a). — Bassin houiller briançonnais. *Publ. B.R.G.G.*, n° 9, et *Ann. Mines*, 141, n° 11-12, p. 7-16.
- FABRE J., FEYS R., GREBER C. (1953). — Relations du Westphalien et du Stéphanien dans la zone houillère briançonnaise (note préliminaire). *C.R. Soc. géol., Fr.*, n° 13, p. 270-272.
- FABRE J., FEYS R., GREBER C. (1955). — L'importance de l'orogénèse hercynienne dans les Alpes occidentales. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (6), 5, n° 1-3, p. 233-242.
- FAURE-MURET A. (1955). — Etudes géologiques sur le massif de l'Argentera-Mercantour et ses enveloppes sédimentaires. *Mém. Carte géol., Fr.*, 1 vol., 336 p., tabl., 60 fig., 6 pl., 19 pl. photo.
- FAVRE A. (1865). — Précis d'une histoire du terrain houiller des Alpes (1796-1864). *Arch. Sci. phys. nat.*, (2), 22, p. 81-90.
- FAVRE A. (1867). — Recherches géologiques dans les parties de la Savoie, du Piémont et de la Suisse, voisines du Mont Blanc. Paris, Masson, 2, p. 35 et sv. ; 3, p. 344-47.
- FEYS R. (1953). — Le Carbonifère sur la rive gauche de la Guisane (Hautes-Alpes). *Bull. Soc. géol., Fr.*, (6), 2, n° 4-6, p. 197-206, 2 fig.
- FEYS R. (1954 a). — Présence de *Leaia tricarinata* Meek et Worthen associée à *Estheria Simoni* Pruvost dans le terrain houiller briançonnais. *Ann. Soc. géol. Nord*, 73, p. 153-160, 2 fig., 1 pl. h. t.
- FEYS R. (1954 b). — Observations nouvelles sur l'origine des anthracites briançonnais (note préliminaire). *C.R. Soc. géol., Fr.*, n° 16, p. 403-406.
- FEYS R. (1955 a). — Le Carbonifère sur la rive droite de la Clarée (feuilles de Névache et Briançon au 1/50 000). *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, 52, n° 241, p. 265-272, 3 fig.
- FEYS R. (1955 b). — Présence probable de dépôts marins dans le Paléozoïque briançonnais. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (6), 4, n° 4-6, p. 443-445, 17 pl.
- FEYS R. (1956). — Le Carbonifère sur la rive gauche de la Clarée et en Vallée Etroite (Hautes-Alpes) (feuille de Névache au 1/50 000). *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, *C.R. Collab.*, (1954), 53, n° 246, fasc. B., p. 253-265, 3 fig.
- FEYS R. (1957). — Etude géologique du Carbonifère briançonnais. Thèse, Paris (*Mém. B.R.G.M., Fr.*, n° 6 (1963)).
- FEYS R., GREBER C. (1949). — Les rapports du Permien et du Houiller au Sud de Briançon (Hautes-Alpes). *C.R. Soc. géol., Fr.*, n° 2, p. 32-34.
- FEYS R., GREBER C. (1950). — Les conglomérats du Verrucano dans la région de Briançon (Hautes-Alpes) et leurs rapports avec le Carbonifère. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (5), 20, n° 4-6, p. 231-237.
- FEYS R., GREBER C. (1951). — Venues éruptives dans le terrain houiller du Briançonnais (Alpes françaises). *C.R. 3^e Congr. Avanc. Et. Stratigr. Géol. Carbonif.*, Heerlen, 1, p. 209-217, 5 fig., pl. 8-10.
- FEYS R., GREBER C. (1952). — Présence probable de Namurien dans le Houiller briançonnais (note préliminaire). *C.R. Soc. géol., Fr.*, n° 3, p. 36.
- FRANCHI-STELLA, CASTRO-ZACCAGNA C. de, OREGLIA, MATTIROLO, PEOLA (1903). — I giacimenti di anthracite nelle Alpi occidentali italiane. *Mem. descr. Carta geol. Italia*, XII, 14 pl.
- GAGNEBIN E., OULIANOFF N. (1942). — Découverte de plantes carbonifères dans la zone pennique du Valais. *Eclogae geol. Helv.*, 35, n° 2, p. 109.
- GIDON P. (1950). — L'âge des « Grès d'Allevard » (massif du Belledonne, Isère). *C.R. Acad. Sci., Fr.*, 231, n° 19, p. 974-5.
- GIGNOUX M. (1950). — Géologie stratigraphique. 4^e éd. Paris, Masson, 734 p.
- GIGNOUX M. (1951). — Discontinuités dans le Houiller et le Permien des Alpes françaises. *C.R. Soc. géol., Fr.*, n° 5, p. 89-91.
- GIGNOUX M., MORET L. (1937). — Description géologique du bassin supérieur de la Durance. *Trav. Lab. Géol. Grenoble*, 21.
- GIGNOUX M., MORET L. (1948). — Le Permien des zones externes des Alpes françaises. *C.R. Acad. Sci., Fr.*, 226, p. 853-856.
- GOGUEL J. (1951). — L'affleurement houiller de Barles et ses possibilités économiques. Rapport (inédit) B.R.G.G.M. n° A-294.
- GOGUEL J. (1956). — Observations sur le Houiller de la vallée de l'Arly. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, 54, n° 250, fasc. B, p. 431-433, 1 fig.
- GRAND'EURY F. (1877). — Flore carbonifère du département de la Loire et du Centre de la France. 2^e partie « Géologie », p. 546-548. Paris, Imprimerie Nationale.
- GRAS S. (1854). — Mémoire sur le terrain anthracifère des Alpes de la France et de la Savoie. *Ann. Mines, Fr.*, 5.

- GRAS S. (1858). — Examen de quelques assertions de M. d'ARCHIAC relatives à l'association de coquilles du Lias aux végétaux houillers dans les Alpes. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (2), 15, p. 246 et sv.
- GREBER C. — Voir : FABRE 1952. — 1952 a. — 1953. FEYS 1949. — 1950. — 1951. — 1952.
- GREBER C. (1952). — Flore et stratigraphie du Carbonifère de la rive gauche de la Guisane (H. A.). *Bull. Soc. géol. Fr.*, 2, n° 4-6, p. 207-213.
- HAUDOUR J., SARROT-REYNAULD J. (1956). — Sur l'âge et l'extension des terrains houillers dans la terminaison sud de Belledonne (dôme de La Mure et régions annexes). Leurs rapports avec le socle cristallophyllien. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (6), 6, n° 4-5, p. 335-353.
- HAUG E. (1891). — Les chaînes sub-alpines entre Gap et Digne. Contribution à l'histoire géologique des Alpes françaises. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, 3, n° 21, p. 14-15.
- HEER O. (1876). — Flora fossilis Helvetiae. Zürich.
- HÉRICART de THURY (1803). — Mémoire sur l'anthracite. *J. Mines, Fr.*, 14, n° 81, p. 161.
- JONGMANS W. J. (1951). — Mitteilungen zur Karbonflora der Schweiz, I. *Eclogae geol. Helv.*, 43, n° 2, p. 95-104, 1 fig.
- JONGMANS W. J. (1952). — Some problems on carboniferous stratigraphy. C.R. 3^e Congr. Avanc. Et. *Stratigr. Géol. Carbonif.*, Heerlen, 1, p. 295-306, 3 tabl.
- JONGMANS W. J., PRUVOST P. (1951). — Les subdivisions du Carbonifère continental. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (5), 20, n° 7-8-9, p. 335.
- KILIAN W. (1896). — Note sur divers points de géologie alpine. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (3), 24, p. 299.
- KILIAN W., REVIL J. (1904). — Etudes géologiques dans les Alpes occidentales. Contribution à la géologie des chaînes intérieures des Alpes françaises. Description orographique et géologique de quelques parties de la Tarentaise, de la Maurienne et du Briançonnais septentrional. *Mém. Carte géol., Fr.*, 1, n° 1.
- KILIAN W., REVIL J. (1908). — Etudes géologiques dans les Alpes occidentales. Contribution à la géologie des Alpes françaises. Description des terrains qui prennent part à la constitution géologique des zones intra-alpines françaises (terrains anté-jurassiques). *Mém. Carte géol., Fr.*, 2, n° 1.
- LEMOINE M. (1952). — Le Paléozoïque supérieur de la haute vallée de Névache (zone du Briançonnais). *C.R. Acad. Sci., Fr.*, 234, n° 25, p. 2468-2470.
- LOMBARD A. (1946). — Le Charbon. Lausanne, Rouge édit.
- LORY C. (1861). — Réunion extraordinaire à St. Jean-de-Maurienne. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (2), 18, p. 693-826.
- LORY C. (1864). — Description géologique du Dauphiné. Paris, Savy (1860-1864) avec carte géologique du Briançonnais.
- LUGEON M. (1896). — La nappe de la brèche du Chablais. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, 7, n° 49, p. 41-44.
- MORET L. (1945). — Précision sur la nature et l'âge des « chapeaux » houillers formant quelques sommets du massif de Belledonne. *C.R. Soc. géol., Fr.*
- OULIANOFF N. (1957). — La zone du Carbonifère entre Iserables et Bramois (vallée du Rhône). *Eclogae geol. Helv.*, 50, n° 2, p. 482-91, 1 fig.
- PEOLA P. (1903 a). — Voir : FRANCHI-STELLA, etc...
- PEOLA P. (1903 b). — La première végétation des Alpes Graies. Flore carbonifère. *Bull. Flore Valdostaine, Ital.*, n° 2.
- PORTIS A. (s. d.). — Nueve località fossilifere in val di Suza. *Boll. r. Com. Geol. Italia*, 20, p. 141-187.
- PUSSENOT C. (1912). — Le Westphalien moyen dans la zone axiale alpine. *C.R. Acad. Sci., Fr.*, 155, p. 1564-1567.
- PUSSENOT C. (1913). — Le Stéphanien inférieur (zone des Cévennes) dans la zone axiale alpine. *C.R. Acad. Sci., Fr.*, 156, p. 97.
- PUSSENOT C. (1922). — Sur le Houiller, le Permien et le Trias de la partie française de la nappe du Grand-St-Bernard. *A.F.A.S.*, Montpellier, p. 309 et sv.
- PUSSENOT C. (1930). — La nappe du Briançonnais et le bord de la zone des schistes lustrés entre l'Arc et le Guil. Grenoble, Impr. Allier.
- REVIL J. (1883). — Etude géologique sur la vallée de Beaufort. *Congr. Soc. sav., Savoie*, 6^e Sess., Albertville, p. 1-39.
- ROTHPLETZ A. (1880). — Die Steinkohlenformation und deren Flora an der Ostseite des Tödi. *Schweiz. paläont. Abhdlg.*, 6, n° 40, p. 1-28, pl. I et XI.
- SARROT-REYNAULD J., HAUDOUR J. (1956). — Le Houiller et les « schistes carburés » du dôme de La Mure (Isère) et des régions annexes (âge et extension). *C.R. Acad. Sci., Fr.*, 242, n° 19, p. 2381-2384.
- SCHIMPER W. Ph. (1869-1874). — Traité de paléontologie végétale. Paris, Baillière et Fils.

- SISMONDA A. (1855). — Lettre au président de la Société géologique de France. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (2), 12, p. 631-676.
- SISMONDA A. (1857). — Die fossilen Pflanzen von Taninge in Savoyen. *Neues Jb. Miner. Geogn. Geol. u. Petrefact.*, p. 766.
- TARAMELLI (1889). — Il canton Ticino meridionale ed i paesi finitimi. Spiegazione del foglio XXIV. *Duf. Mat. Cart. geol. Svizzera*, 17.
- TERMIER P. (1894). — Le massif des Grandes-Rousses (Dauphiné et Savoie). *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, 6, n° 40, p. 36-37.
- TISSOT B. (1956). — Etude géologique des massifs du Grand Galibier et des Cérès (zone briançonnaise, Hautes-Alpes). *Trav. Lab. Géol. Univ. Grenoble*, 32, p. 111-192, 12 fig., 6 pl.
- TRÜMPY R. (1957). — Voir: *Eclogae geol. Helv.*
- UNGER F. (1840). — Über ein Lager vorweltlicher Pflanzen auf der Stangalpe in Steiermark. *Steiermarkische Z.*, 6, p. 140.
- WINTERHALTER R. (1928). — Die Karbonischen Sedimente der Schweizalpen. 1^{er} Congr. Stratigr. géol. Carbonif., Heerlen (1927), p. 755-778.
- WINTERHALTER R. (1957). — Bericht über die Jubiläumsexcursion des Schweizerischen Geologischen Gesellschaft durch die Glarneralpen. *Eclogae geol. Helv.*, 50, n° 2, p. 509 et sv.

ADDENDUM

OUVRAGES PARUS DEPUIS LA RÉDACTION DU MÉMOIRE

- FABRE J., FEYS R., GREBER C. (1960). — Stratigraphie du bassin houiller briançonnais. Zone interne des Alpes françaises. 4^e Congr. Avanc. Et. Stratigr. Géol. Carbonif., Heerlen (1958), 1, p. 169-173, 1 fig., 1 dpl. h. t.
- JONGMANS W. J. (1960). — Die Karbonflora der Schweiz. *Beitr. geol. Karte Schweiz.*, n° 108, p. II-XVI, 22-97, 5 pl. h. t., 58 pl. h. t.
- MARTIN S. (1960 a). — Répartition stratigraphique des Pécoptéridées dans le bassin houiller de La Mure (Isère). *C.R. Acad. Sci., Fr.*, 250, n° 14, p. 2598-2600.
- MARTIN S. (1960 b). — Pécoptéridées du bassin houiller de La Mure (Isère). *Trav. Lab. Géol. Fac. Sci. Grenoble, Mém.*, n° 1, 101 p., 63 fig., 1 pl., 26 pl. h. t.
- SARROT-REYNAULD DE CRESSÉNEUIL J. (1961). — Etude géologique du dôme de La Mure (Isère) et des régions annexes. Le socle cristallin et la couverture paléozoïque. *Trav. Lab. Géol. Fac. Sci. Grenoble, Mém.*, n° 2, 207 p., 85 fig.
- SARROT-REYNAULD J., HAUDOUR J. (1960 a). — Rapport du Westphalien supérieur et du Stéphanien dans les massifs cristallins externes des Alpes occidentales. 4^e Congr. Avanc. Et. Stratigr. Géol. Carbonif., Heerlen, (1958).
- SARROT-REYNAULD J., HAUDOUR J. (1960 b). — Sur l'extension des assises supérieures du Westphalien dans le Sud-Est de la France. *C.R. Acad. Sci., Fr.*, 250, n° 14, p. 2590.

OUVRAGES CITÉS OU CONSULTÉS NE SE RAPPORTANT PAS SPÉCIALEMENT AUX ALPES

- ANCION C., VAN LECKWILCK W. P., DEMANET F., PASTIELS A., WILLIÈRE Y. (1947). — Etude du Namurien et du Westphalien inférieur du bassin de Huy recoupés par la Galerie de Java (Couthuin, Belgique). *Ass. Et. Paléont. Strat. ho., Publ., Belg.*, n° 1.
- BAILY (1860). — On *Corynepteris*, a new generic form of fossil ferns. *J. geol. Soc. Dublin*, 8.
- BARRABÉ L. (1943). — Sur un nouveau bassin stéphanien de la bordure orientale du massif du Menthoumet. *C.R. Soc. géol., Fr.*, p. 184.
- BARRABÉ L., CORSEIN P., DURAND DELGA M. (1951). — Découverte d'une flore du Stéphanien moyen dans le bassin de Donneuve (massif du Monthoumet, Aude). *C.R. Soc. géol., Fr.*, n° 4, p. 55-57.
- BELL W. A. (1938). — Fossil flora of Sydney coalfield, Nova Scotia. *Geol. Surv. Canada, Mem.*, n° 215.
- BERGOUNIOUX F. M., DOUBINGER J. (1950). Bassins houillers paraliques et limniques. Méthodes de recherche. *Bull. Soc. Hist. nat. Toulouse*, 85, n° 3-4, p. 221-229.

- BERTRAND M. (1888). — Sur les bassins houillers du plateau central de la France. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (3), 16, p. 517-528.
- BERTRAND P. (1907). — Végétaux houillers de Bruay. *Ann. Soc. géol. Nord*, 36, p. 141.
- BERTRAND P. (1908). — Note sur la flore des veines de Liévin. *Ann. Soc. géol. Nord*, 37, p. 296.
- BERTRAND P. (1913). — Liste provisoire des *Sphenopteris* du bassin houiller du Nord de la France. *Ann. Soc. géol. Nord*, 42, p. 302.
- BERTRAND P. (1914). — Relation des empreintes de *Corynepteris* avec les *Zygopteris* à structure conservée. *C.R. Acad. Sci., Fr.*, 158, p. 740.
- BERTRAND P. (1918). — Caractères distinctifs des flores de St-Etienne et de Rive-de-Gier. *C.R. Acad. Sci., Fr.*, 167, p. 760.
- BERTRAND P. (1920). — Succession normale des flores houillères dans le bassin houiller du Gard. *C.R. Acad. Sci., Fr.*, 170, p. 331-333.
- BERTRAND P. (1922). — Succession régulière des zones végétales dans les bassins houillers français. *Congr. internation. Géol.*, 13^e Sess., Belgique.
- BERTRAND P. (1926). — Conférences de paléobotanique. Paris, Deyrolles.
- BERTRAND P. (1927). — Valeur des flores pour la caractérisation des différentes assises du terrain houiller et les synchronisations de bassin à bassin. *C.R. 1^{er} Congr. Avanc. Et. Stratigr. Carbonif.*, Heerlen, p. 103.
- BERTRAND P. (1927). — Stratigraphie du Westphalien et du Stéphanien dans les différents bassins houillers français. *C.R. 1^{er} Congr. Avanc. Et. Stratigr. Carbonif.*, Heerlen, p. 93.
- BERTRAND P. (1930). — Bassin houiller de la Sarre et de la Lorraine. Flore fossile. Fasc. 1. Neuroptéridées. Etude des gîtes minéraux de la France.
- BERTRAND P. (1932). — Bassin houiller de la Sarre et de la Lorraine. Flore fossile. Fasc. 2. Aléthoptéridées. Etude des gîtes minéraux de la France.
- BERTRAND P. (1933). — Observations sur la classification des fougères anciennes (Paléoptéridales) du Dévonien et du Carbonifère. *Bull. Soc. bot. Fr.*, 80, p. 527-537.
- BERTRAND P. (1935). — Tableau des flores successives du Westphalien et du Stéphanien supérieur. *C.R. 2^e Congr. Avanc. Et. Stratigr. Carbonif.*, Heerlen, 1, p. 63.
- BERTRAND P., CORSIN P. (1930). — Excursion dans les houillères anglaises. *Ann. Soc. géol. Nord*, 55, p. 207.
- BONTE A., CELET P. (1955). — Sur la signification des sédiments rouges et verts du Trias du Jura français. *Geol. Rundschau, Dtsch.*, 43, n° 2, p. 342-350.
- BONTE A., GOGUEL J., GREBER C., LAFFITTE P., LIENHARDT G., RICOUR J. (1953). — Le bassin houiller de Lons-le-Saulnier. *Ann. Mines, Fr.*, 6, p. 3-50.
- BOULAY N. (1876). — Terrain houiller du Nord de la France.
- BOUROZ A. (1940). — Faciès et massifs de végétation dans la formation houillère du Nord de la France. Lille, Impr. Duriez Bataille.
- BRONGNIART A. (1828). — Prodrome d'une histoire des végétaux fossiles.
- BRONGNIART A. (1828-1844). — Histoire des végétaux fossiles.
- BUREAU E. (1914). Flore fossile du bassin de la Basse-Loire. Etudes des gîtes minéraux de la France.
- CARPENTIER A. (1918). — Excursions dans le bassin houiller de la Basse-Loire. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (4), 18, p. 243.
- CARPENTIER A. (1920). — Notes d'excursions paléobotaniques à Chalonnès et Montjean (Maine-et-Loire). *Bull. Soc. géol. Fr.*, (4), 19, p. 280.
- CHAUDOIR H. (1952). — Voir : VAN LECKWIJCK.
- CORSIN P. (1932). Bassin houiller de la Sarre et de la Lorraine. T. I. Flore fossile. 3^e fasc. Marioptéridées. Etude des gîtes minéraux de la France.
- CORSIN P. (1932). — Guide paléontologique dans le terrain houiller du Nord de la France. *Trav. Mém. Univ. Lille*, n° 5.
- CORSIN P. (1948). — Sur l'âge des couches houillères du bassin de Blanzy (Saône-et-Loire). *C.R. Acad. Sci., Fr.*, 227, p. 858-860.
- CORSIN P. (1950). — Les divisions paléontologiques du Stéphanien du bassin de la Loire. *C.R. Acad. Sci., Fr.*, 230, n° 1, p. 117-119.
- CORSIN P. (1951). — Bassin houiller de la Sarre et de la Lorraine. I. Flore fossile. 4^e fasc. Pécoptéridées.
- CORSIN P. (1951). — Sur la limite entre le Westphalien et le Stéphanien et sur la flore du Westphalien D et du Stéphanien A. *C.R. 3^e Congr. Avanc. Et. Stratigr. Géol. Carbonif.*, Heerlen, 1, p. 93-98.

- DANZÉ J. (1956). — Contribution à l'étude des *Sphenopteris*. Les fougères sphénoptéridiennes du bassin houiller du Nord de la France. *Et. géol. Atlas Topogr. souterr. H.B.N.P.C., Flore foss.*, n° 2.
- DANZÉ-CORSIN Mme P. (1953). — Contribution à l'étude des Marioptéridées. Les *Mariopteris* du Nord de la France. *Et. géol. Atlas Topogr. souterr. H.B.N.P.C., Flore foss.*, n° 1, 269 p., 39 fig., 4 fig. h. t., 78 pl. h. t.
- DEMANET F. (1947). — Voir : ANCION.
- DEMANET F. (1952). — Voir : VAN LECKWIJCK.
- DORSEY G. E. (1926). — The origin of the colour of red beds. *J. Geol., U.S.A.*, 34, p. 131-145.
- DOUBINGER J. (1956). — Contribution à l'étude des flores autuno-stéphaniennes. *Mém. Soc. géol. Fr.*, (N. S.), 35, n° 75, p. 1-180, 8 tabl., 20 fig., pl. 1-17.
- DOUBINGER J., VETTER P. (1951). — Contribution à l'étude du Stéphanien supérieur dans le Massif Central français. *C.R. 3^e Congr. Avanc. Et. Stratigr. Geol. Carbonif.*, Heerlen, 1, p. 149-155, 1 fig., 4 pl.
- DOUBINGER J., VETTER P. (1954). — Sur quelques *Odontopteris* du Stéphanien. *C.R. 8^e Congr. international. Bot.*
- DOUBINGER J., VETTER P. (1954). — Sur les *Sphenophyllum* du Stéphanien. Contribution à la révision du genre *Sphenophyllum*. *Ann. Soc. géol. Nord*, 74, p. 106-121.
- DUNHAM K. C. (1952). — Red coloration in desert formation of Permian and Triassic age in Britain. *19^e Congr. international. Géol.*, Alger, Sect. VII, n° 7, p. 25-32.
- EMBERGER L. (1944). — Les plantes fossiles dans leurs rapports avec les végétaux vivants. Paris, Masson.
- ERHART H. (1955). — « Biostasie » et « rhexistasie ». Esquisse d'une théorie sur le rôle de la pédogenèse en tant que phénomène géologique. *C.R. Acad. Sci., Fr.*, 241, p. 1218-1220.
- ERHART H. (1956). — La genèse des sols en tant que phénomène géologique. Théorie de la bio-rhexistasie. Paris, Masson.
- ETTINGSHAUSEN C. von (1854). — Die Steinkohlenflora von Radnitz. *Abhdlg. k. k. geol. Reichsanst. Oesterr.*, 2, n° 3.
- FABRE J. (1956-1957). — Contribution à l'étude du bassin houiller d'Alais. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, 54, n° 250, fasc. A, p. 407-416.
- FEYS R., GREBER C. (1950). — Le sondage de Sanvignes (Saône-et-Loire) et la structure du bassin de Blanzay. *C.R. Acad. Sci., Fr.*, 230, p. 1778-1779.
- FEYS R., GREBER C. (1958). — Bassin houiller de Blanzay et du Creusot. Les principaux problèmes géologiques; essai de mise au point des résultats acquis par les récentes explorations. Etat actuel des connaissances. *Rev. Industr. minér. Fr.*, 40, n° 6 et 7, p. 490-508 et 510-530, 11 et 23 fig.
- GEINITZ H.Br. (1855). — Die Versteinerungen der Steinkohlenformation in Sachsen. Leipzig.
- GERMAR E.F. (1844-1853). — Die Versteinerungen des Steinkohlengebirges von Vettin und Lobejün.
- GOGUEL J. (1952). — Traité de tectonique. Paris, Masson.
- GOTHAN W. (1913). — Die Oberschlesische Steinkohlenflora. *Abh. k. preuss. geol. Landesanst.*, N.S., n° 75.
- GOTHAN W., REMY W. (1957). — Steinkohlenpflanzen. Essen, V. Glückhauf.
- GRAND'EURY C. (1877). — Flore carbonifère du département de la Loire et du centre de la France. *Mém. Acad. Sci. Fr.*, 24.
- GRAND'EURY C. (1890). — Géologie et paléontologie du bassin houiller du Gard. Saint-Etienne, 1850, p. 348.
- GRANDGEON M., FEYS R., GREBER C. (1955). — Définition d'une assise intermédiaire entre Stéphanien et Autunien dans les sondages du Crié et du Ponsard (bassin houiller et permien de Blanzay et du Creusot, Saône-et-Loire). *C.R. Acad. Sci., Fr.*, 240, n° 3, p. 325-327.
- GREBER C. (1955). — Flore et stratigraphie du terrain houiller de la région de Lons-le-Saunier (Jura). *Bull. Soc. géol. Fr.*, (6), 4, n° 4-6, p. 431-442, 1 fig., 16 pl.
- GREBER C. (1958). — Voir : R. FEYS.
- HAVLENA V. (1953). — Neuropteridy Českého Karbonu a Permu. *Rozpr. ústřed. Ust. Geol. Českosl.*, 16, 170 p. tabl., 8 pl., cartes.
- HEER O. (1872). — Monde primitif de la Suisse.
- HIRMER M. (1927). — Handbuch der Paläobotanik. München u. Berlin.
- JONGMANS W.J. (1911). — Anleitung zur Bestimmung der Karbonpflanzen West-Europas. Gravenhage.
- JONGMANS W.J. (1935). — Synchronismus und Stratigraphie. *C.R. 2^e Congr. Avanc. Et. Stratigr. Carbonif.*, Heerlen, 2, p. 327-347.

- JONGMANS W. J. (1937). — Some remarks on *Neuropteris ovata* in the american carboniferous. *C. R. 2^e Congr. Avanc. Et. Stratigr. Carbonif.*, Heerlen (1935), 1, p. 417.
- JONGMANS W.J. (1952). — Some problems on carboniferous stratigraphy. *C.R. 3^e Congr. Avanc. Et. Stratigr. Géol. Carbonif.*, Heerlen (1951), 1, p. 295-306.
- JONGMANS W.J. (1952). — Documentación sobre las floras hulleras españolas. Primera contribución : flora carbonífera de Asturia. *Estud. geol., Esp.*, 8, n° 15, p. 7-20.
- JONGMANS W. J. (1952). — The female fructification of *Sphenopteris Hoeninghausi* and the (supposed) relation of this species with *Crossothea*. *Palaeobotanist, India*, 1, p. 267-276, 2 pl.
- JONGMANS W.J., PRUVOST P. (1950). — Les subdivisions du Carbonifère continental. *Bull. Soc. géol., Fr.*, 20, n° 7-8-9, p. 335-344, 2 tabl.
- JONGMANS W.J., WAGNER R.H. (1957). — Apuntes para el estudio geológico de la zona hullera de Riosa (cuenca central de Asturias). *Estud. geol., Esp.*, 13, n° 33, p. 7-26.
- KIDSTON R. (1911). — Les végétaux houillers recueillis dans le Hainaut belge. *Mém. Mus. r. Hist. nat. Belg.*, 4.
- KIDSTON R. (1926). — Fossil plants of the carboniferous rocks of Great Britain. *Mem. geol. Surv. Great Brit., Palaeontol.*, 2, parts 1 to 6.
- LETOURNEUR J. (1953). — Le grand sillon houiller du Plateau central français. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, 51, n° 238, p. 1-236, 52 fig., 2 pl.
- LINDLEY J., HUTTON W. (1837). — The fossil flora of Great Britain. London.
- LIVET G. (1943). — Sur le terrain houiller du Gard. *Rev. Industr. minér., Fr.*, n° 472 à 478.
- LOUIS J. (1954). — Tectonique des bassins houillers de la bordure orientale du Massif central. Lyon, Edit. Lémery et Fils, 176 p., fig., pl.
- MAISTRE J. de (1952). — Remarques sur le houiller du bassin de la Loire. *C.R. 3^e Congr. Avanc. Et. Stratigr. Géol. Carbonif.*, Heerlen, (1951), 2, p. 435-441, 5 fig.
- MATHIEU F.F., STOCKMANS F. (1939). — Bassin de Kaiping (Chine). *Mém. Mus. r. Hist. nat. Belg.*
- MATHIEU G. (1937). — Recherches géologiques sur les terrains paléozoïques de la région vendéenne. Lille, Sautai.
- MATHIEU G. (1947). — Analyse stratigraphique de la série carbonifère dans le bassin houiller de Ronchamp (Haute-Saône). *C.R. Acad. Sci., Fr.*, 225, p. 1016-1018.
- MATHIEU G. (1949). — Considérations sur les climats carbonifères et l'altitude des bassins houillers. *Géol. appl. Prosp. min., Fr.*
- MATHIEU G. (1950). — Révision de la flore carbonifère de Lorraine. Notions sur l'altitude des bassins houillers du Stéphanien entre Sarre et Mésogée. *Géol. appl. Prosp. min., Fr.*, 2, p. 27-58, fig.
- MATHIEU G. (1952). — Réflexions sur le milieu biologique terrestre permo-carbonifère. *C.R. 3^e Congr. Avanc. Et. Stratigr. Géol. Carbonif.*, Heerlen, (1951), 2 p. 443-452, 2 fig.
- NĚMEJC F. (1938). — Revise karbonské a permské kveteny stredočeských panvi uhelných. (2 dil : *Sphenopterides A. Cœnopteridae*). *Paleontogr. bohémica*, n° 16.
- PASTIELS A. (1947). — Voir : ANCIEN.
- POTONIE H. (1893). — Die flora des Rothliegenden von Thüringen. *Abh. k. preuss. geol. Landesanst.*, 9, n° 2, p. 1-298.
- POTONIE H. (1897). — Lehrbuch des Pflanzenpaleontologie.
- PRUVOST P. (1930). — Sédimentation et subsidence. Livre jubilaire. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 2, p. 544.
- PRUVOST P. (1934). — Bassin houiller de la Sarre et de la Lorraine. 3^e Partie. Description géologique. Etude des gîtes minéraux de la France.
- PRUVOST P. (1943). — Etude géologique du bassin permo-carbonifère d'Autun (rapport inédit).
- PRUVOST P. (1947). — La série stéphanienne du bassin houiller de la Loire. *C.R. Acad. Sci., Fr.*, 225, p. 1336-1338.
- PRUVOST P. (1947). — Le Stéphanien du bassin houiller de la Loire. *Ann. Soc. géol. Nord*, 67, p. 279-295, 3 fig.
- PRUVOST P. (1947). — Art des mines et géologie : bilan d'une collaboration. (Centenaire de l'Association des Ingénieurs sortis de l'Ecole de Liège. Congrès 1947. Section : géologie. Liège, A.I.Lg., in-4°, 17 p., 9 fig., 4 tabl.
- PRUVOST P. (1956). — La phase orogénique saalienne en France. *Geotekton. Sympos. Ehr. Hans. Stille, Dtsch.*, p. 102-106.
- PRUVOST P., CORSIN P. (1949). — Westphalien supérieur et Stéphanien inférieur. *C.R. Acad. Sci., Fr.*, 229, n° 24, p. 1284-1286.
- REMY W. (1957). — Voir : GOTHAN et REMY.
- RENAULT B. (1883). — Cours de botanique fossile.

- RENAULT B. (1896). — Bassin houiller d'Autun et d'Epinao. Fasc. IV. Flore fossile. Etude des gîtes minéraux de la France.
- RENAULT B., ZEILLER R. (1888-1890). — Etudes sur le terrain houiller de Commeny. Flore fossile. *Bull. Soc. Industr. minér., Fr.*
- RENIER A. (1910). — Paléontologie du terrain houiller. Liège.
- RENIER A. (1930). — Considérations sur la stratigraphie du terrain houiller de la Belgique. *Mém. Mus. r. Hist. nat. Belg.*, n° 44.
- RENIER A., STOCKMANS F. (1938). — Flore et faune houillères de la Belgique. *Mém. Mus. r. Hist. nat. Belg.*
- SCHIMPER W.P. (1869). — Traité de paléontologie végétale.
- SCHIMPER W.P. (1869-1874). — Traité de paléontologie végétale. Paris, Baillière.
- STERNBERG G. (1828). — Versuch einer geognostischbotanischen Darstellung der Flora des Vorwelt.
- STOCKMANS F. (1933). — Les Neuroptéridées du bassin houiller belge. 1^{re} partie *Mém. Mus. r. Hist. nat. Belg.*, n° 57.
- STOCKMANS F. (1938). — Voir : RENIER.
- STOCKMANS F. (1939). — Voir : MATHIEU et STOCKMANS.
- STOCKMANS F. (1955). — Voir : VAN LECKWIJCK.
- STOCKMANS F., WILLIÈRE Y. (1953). — Les végétaux namuriens de la Belgique. *Ass. Et. Paléont. Strat. ho., Publ., Belg.*, n° 13, XI-382 p., 57 pl.
- STUR D. (1875). — Culm-flora. *Abhdlg. k. k. geol. Reichsant., Osterr.*, 58.
- STUR D. (1885). — Die Carbon-Flora des Schatzlaren Schichten. *Abhdlg. k. k. geol. Reichsant., Osterr.*, 11.
- VAFFIER A. (1901). — Etude géologique et paléontologique du Carbonifère inférieur du Mâconnais. *Ann. Univ. Lyon*, (nouv. sér.), n° 7.
- VAN LECKWIJCK W. (1947). — Voir : ANCION.
- VAN LECKWICJK W., DEMANET F., WILLIÈRE Y., CHAUDOIR H. (1952). — Etude géologique du gisement houiller d'Andenne-Huy. Le Namurien dans le bassin d'Andenne. *Ass. Et. Paléont. Strat. ho., Publ., Belg.*, n° 11, 107 p.
- VAN LECKWICJK W., STOCKMANS F., WILLIÈRE Y. (1955). — Sur l'âge, la flore et la faune des formations namuriennes affaissées dans les poches de dissolution du Viséen de la région de Samson (Meuse namuroise). *Ass. Et. paléont. Strat. ho., Publ., Belg.*, n° 21 (H.S.), p. 265-284, 2 fig., 4 pl.
- WAGNER R.H. (1955). — Rasgos estratigráfico. Tectónico del Paleozoico superior de Barruelo (Palencia). *Estud. geol. Esp.*, 11, n° 26, p. 145-202.
- WEISS C.E. (1869-1872). — Fossil Flora der jungsten Steinkohlenformation und des Rothliegenden im Saar. *Rhein Geb. Z. dtsh. geol. Gesellsch.*
- WILLIÈRE Y. (1947). — Voir : ANCION.
- WILLIÈRE Y. (1952). — Voir : VAN LECKWICJK.
- WILLIÈRE Y. (1953). — Voir : STOCKMANS.
- WILLIÈRE Y. (1955). — Voir : VAN LECKWIJCK.
- ZEILLER R. (1878-1879). — Végétaux fossiles du terrain houiller de la France. *Mém. Carte géol. Fr.*, 4, 2^e partie.
- ZEILLER R. (1886-88). — Bassin houiller de Valenciennes. Description de la flore fossile. Etude des gîtes minéraux de la France.
- ZEILLER R. (1888-1890). — Voir : RENAULT et ZEILLER.
- ZEILLER R. (1893). — Fructification des fougères du terrain houiller. *Ann. Sci. nat., Bot., Fr.*, (6), 16, p. 203.
- ZEILLER R. (1899). — Etude sur la flore fossile du bassin houiller d'Héraclée. *Mém. Soc. géol. Fr.*, n° 21.
- ZEILLER R. (1900). — Eléments de paléobotanique. Paris, G. Carré et C. Naud.
- ZEILLER R. (1906). — Bassins houiller et permien de Blanzey et du Creusot. Fasc. 2. Flore fossile. Etude des gîtes minéraux de la France.

TABLE ALPHABÉTIQUE
DES ESPÈCES FIGURÉES

- Alethopteris Grandini* ZEILLER (non BRGT.) Pl. XLV, fig. 2 et 2a; Pl. LVII, fig. 7.
Alethopteris lonchitifolia P.B. Pl. XLV, fig. 1 et 1a.
Alethopteris Serli BRGT. Pl. XIV, fig. 1 et 1a.
Annularia stellata SCHLOTH. Pl. L, fig. 1, 2, 3.
 Aphlébie. Pl. X, fig. 7.
Asterophyllites charaeformis STERNB. Pl. L, fig. 5 et 5a.
Asterophyllites equisetiformis SCHLOTH. Pl. XLVIII, fig. 3.
Asterophyllites equisetiformis form. *Schlotheimi* JONGM. Pl. XLVIII, fig. 2; Pl. LVII, fig. 6.
Asterophyllites grandis STERNB. Pl. XLVIII, fig. 2 et 4.
Asterophyllites longifolius STERNB. Pl. XLIX, fig. 1.
Asterophyllites longifolius var. *stricta*. Pl. XLIX, fig. 2.
 Bois silicifiés. — Pl. LX, fig. 1 à 4.
Calamites sp. Pl. XLVIII, fig. 6.
Calamites sp. Pl. XLVIII, fig. 6.
Calamites Cisti BRGT. Pl. LV, fig. 4.
 Coniférales. Pl. LX, fig. 1 à 4.
Corynepteris angustissima STERNB. Pl. XXXVII, fig. 1, 1a, 2, 2a, 3, 3a.
Corynepteris Essinghi ANDRAE. Pl. XXXVII, fig. 4 et 4a.
Dicksonites leptophylla BUNBURY. Pl. LIX, fig. 2.
 cf. *Dicksonites Plückeri*. Pl. XLV, fig. 7.
Dicksonites cf. *Sterzeli* ZEIL. Pl. LVI, fig. 3.
Discopteris Stockmansii nov. sp. Pl. XXXVIII, fig. 1, 1a, 2, 3; Pl. XXXIX, fig. 1, 1a, 2, 2a.
Dorycordaites affinis BRGT. Pl. LV, fig. 3.
Lepidodendron lycopodioides STERNB. Pl. XLVI, fig. 1, 1a, 4, 5.
Lepidodendron obovatum STERNB. Pl. XLVI, fig. 2, 3; Pl. LI, fig. 4.
Lepidophloios larinicius STERNB. Pl. LI, fig. 1, 2, 3.
Lepidophyllum sp. Pl. XLVII, fig. 2.
Lepidophyllum sp. Pl. XLVII, fig. 4.
Lepidophyllum sp. (2° type) Pl. XLVII, fig. 7.
Lepidophyllum lanceolatum LINDL. et HUTT. Pl. XXII, fig. 3; Pl. XL, fig. 1; Pl. XLVII, fig. 5 et 6.
Lepidophyllum cf. *majus*. Pl. XLVII, fig. 3.
Linopteris neuropteroides GUTB., var. *minor* POT. Pl. XXVI, fig. 1 et 1a.
Mariopteris sp. Pl. XXXVI, fig. 1.
Mariopteris sp. Pl. XXXV, fig. 2.
Mariopteris sp. Pl. XXXII, fig. 1, 1a.
Mariopteris sp. (peut-être *acuta*) Pl. XXXVI, fig. 5.
Mariopteris (?) Pl. XXXIII, fig. 4 et 4a.
Mariopteris acuta BRGT. Pl. XXXVI, fig. 3.
Mariopteris acuta BRGT. form. *grandis* GOTH. Pl. XXX, fig. 1, 1a, 2, 2a, 3; Pl. XXXVI, fig. 2.
Mariopteris cf. *acuta*. Pl. XXXV, fig. 3; Pl. XL, fig. 1.
Mariopteris grandepinnata HUTT. Pl. XXXI, fig. 1, 1a, 1b, 2, 3.
Mariopteris cf. *grandepinnata*. Pl. XXXII, fig. 3.
Mariopteris laciniata POT. Pl. XXXIII, fig. 1, 1a, 2, 3.
Mariopteris cf. *laciniata*. Pl. XXXIV, fig. 2 et 2a; Pl. XXXV, fig. 1.
Mariopteris cf. *mosana* STOCK et WILL. Pl. XXXII, fig. 2; Pl. XXXVI, fig. 4 et 4a.
Mariopteris rotundata HUTT. Pl. XXIX, fig. 1; Pl. XXXIV, fig. 1 et 1a.
Mixoneura flexuosa Gb'Eu. Pl. XXVI, fig. 3, 6, 7; Pl. XXVII, fig. 4 et 4a; Pl. XXVIII, fig. 2, 3, 4, 5, 5a.
Mixoneura flexuosa var. *opulenta*. Pl. XXIII, Pl. XXIV, fig. 1 à 3; Pl. XXV, fig. 1, 2; Pl. XXVII, fig. 3 et 3a; Pl. XXIX, fig. 3.
Mixoneura cf. *ovata* HOFFMAN. Pl. XXVI, fig. 2, 2a, 4, 5.
Mixoneura sarana P.B. Pl. XXVIII, fig. 1 et 1a.
Neuropteris attenuata LINDL. et HUTT. Pl. XXI, fig. 1, 1a.
Neuropteris cf. *attenuata*. Pl. XXI, fig. 2 et 2a; Pl. XXII, fig. 1, 1a, 2, 4, 4a.
Neuropteris acutifolia P.B. Pl. XXVII, fig. 5 et 5a.
Neuropteris gardeolensis nov. sp. Pl. XV, fig. 1, 2, 2a, 3, 3a, 4, 5; Pl. XVI, fig. 1, 1a, 2, 3; Pl. XVII, fig. 1.

- Neuropteris* cf. *gardeolensis*. Pl. XVI, fig. 4 et 4a; Pl. XVII, fig. 2, 3a.
Neuropteris *linguaeifolia* P.B. Pl. XVIII, fig. 1, 2, 2a; Pl. XIX, fig. 1, 2, 2a, 3, 3a; Pl. XX, fig. 1 à 9.
Neuropteris *obliqua* BRGT. Pl. XXI, fig. 3, 3a; Pl. XXIX, fig. 2 et 2a.
Neuropteris *Planchardi* ZEIL. Pl. LVII, fig. 4.
Neuropteris *Schlehani* STUR. Pl. XI, fig. 1, 1a, 2, 3; Pl. XII; Pl. XIII, fig. 1, 2, 2a, 3, 3a, 4, 5, 6, 6a; Pl. XIV, fig. 2 et 2a.
Neuropteris *triangularis*. P.B. Pl. XXVII, fig. 1, 2.
Odontopteris sp. Pl. XLV, fig. 5.
Odontopteris sp. Pl. XLV, fig. 4.
Odontopteris cf. *Brardi* BRGT. Pl. XLV, fig. 3 et 3a.
Odontopteris *minor* Zeilleri POT. Pl. LVII, fig. 3, 5.
Pecopteris cf. *aspera* STUR. Pl. IV, fig. 1, 2.
Pecopteris *Bredovi* GERMAR. Pl. V, fig. 3 et 3a.
Pecopteris *Candollei* BRGT. Pl. V, fig. 1, 2, 4, 4a.
Pecopteris *cyatheoides*. Pl. X, fig. 1 et 1a; Pl. XLV, fig. 6.
Pecopteris *densifolia* GOEPP. Pl. LVII, fig. 1; Pl. LIX, fig. 4.
Pecopteris *feminaeformis* SCHLOTH. Pl. V, fig. 5.
Pecopteris *lamurensis* HEER. Pl. VI; Pl. VII, fig. 1 à 4; Pl. X, fig. 2, 3, 4, 5, 6.
P. lamurensis (Aphlébie de...) Pl. X, fig. 7.
Pecopteris cf. *Miltoni* ARTIS. Pl. VIII, fig. 1, 1a.
Pecopteris aff. *Miltoni*. Pl. IX, fig. 1 et 1a.
Pecopteris cf. *oreopteridia* SCHLOTH. Pl. VIII, fig. 2, 2a, 3.
Pecopteris *pennaeformis* BRGT. Pl. I, fig. 4, 6, 7; Pl. IV, fig. 4 et 4a.
Pecopteris cf. *Platoni* Gd'Eu. Pl. LVI, fig. 1, 1a, 1b, 2.
Pecopteris *plumosa dentata* ARTIS. Pl. III, fig. 1, 1a, 3, 7; Pl. XL, fig. 1.
Pecopteris cf. *plumosa dentata* ARTIS. Pl. III, fig. 2.
Pecopteris *plumosa dentata* var. *delicatula* Pl. III, fig. 4, 4a, 5, 6, 8.
Pecopteris *polymorpha* BRGT. Pl. I, fig. 1, 2, 3, 5, et 5a; Pl. II, fig. 1 et 2.
Pecopteris *saraepontana* STUR. Pl. II, fig. 3 et 3a.
Pinnularia (?) Pl. LV, fig. 1 et 2.
Rhodea sp. Pl. XLIV, fig. 5 et 5a.
Rhodea sp. Pl. XLII, fig. 3 et 3a.
Rhodea sp. Pl. XLII, fig. 1 et 1a.
Rhodea sp. Pl. XXXVIII, fig. 4 et 4a.
Rhodea *moravica* ETTINGSH. Pl. XL, fig. 1, 2; Pl. XLI.
Rhodea cf. *pseudotenuissima* (?) Pl. XXXIII, fig. 4 et 4a.
Rhodea *sparsa* KIDST. Pl. XLII, fig. 2 et 2a.
Sigillaria sp. Pl. LII, fig. 2 et 3.
Sigillaria sp. Pl. LII, fig. 5 et 5a.
Sigillaria sp. Pl. LIII, fig. 2.
Sigillaria *Brardi* BRGT. Pl. LVIII, fig. 2 et 3; Pl. LIX, fig. 3.
Sigillaria cf. *cancriformis* WEISS. Pl. LII, fig. 1 et 1a.
Sigillaria *communis* KOENHE. Pl. LII, fig. 4.
Sigillaria *elegans* STERNB. Pl. LIII, fig. 5 et 5a.
Sigillaria *polyploca* BOULAY. Pl. LIII, fig. 1, 1a.
Sigillaria *polyploca* var. *ornata*. Pl. LIII, fig. 3 et 3a.
Sigillaria *polyploca* var. *striata*. Pl. LIII, fig. 4.
Sigillaria cf. *venosa* BRGT. Pl. LIV, fig. 3.
Sigillariaephyllum sp. Pl. XLVII, fig. 1.
Sphenophyllum *oblongifolium* GERM. et KAULF. Pl. I, fig. 4 et 4a.
Sphenophyllum *verticillatum* SCHLOTH. Pl. LIX, fig. 1 et 1a.
Sphenopteris sp. Pl. LVII, fig. 2.
Sphenopteris *Brongniarti* STUR. Pl. XLIV, fig. 3, 3a.
Sphenopteris *delicatula* STERNB. Pl. XLIV, fig. 4 et 4a.
Sphenopteris (*Calymmatotheca*) *Dubuissoni* BRGT. Pl. XLIII, fig. 2 et 2a.
Sphenopteris *fragilis* SCHLOTH. Pl. XLIII, fig. 1, 1a, 1b.
Sphenopteris (*Renaultia*) *gracilis* BRGT. Pl. IV, fig. 3.
Sphenopteris *Hoeninghausi* STUR. Pl. XLIV, fig. 1, 1a, 2, 2a.
Sphenopteris *obtusiloba* BRGT. Pl. LVIII, fig. 1.
Sphenopteris *schatzlarensis* STUR. Pl. XXXV, fig. 4 et 4a.
Stigmara *ficoides* BRGT. Pl. LI, fig. 5.
Stigmara *rugulosa* GOTH. Pl. LIV, fig. 1.
Syringodendron *cyclostigma* BRGT. Pl. LIV, fig. 2.
Zeilleria *Frenzi* STUR. Pl. XXXVIII, fig. 5 et 5a.

Planches I à LX

La plupart des clichés qui ont servi à illustrer ce travail ont été faits au laboratoire de photographie du B.R.G.M.

Que son personnel trouve ici mes plus sincères remerciements.

PLANCHE I

PLANCHE I

FIG. 1. — *Pecopteris polymorpha* BRONGNIART.

Provenance : lac de la Girotte.

Gr. nat.

On y observe la dissymétrie de la penne et des pinnules; dissymétrie aggravée du fait de l'écrasement de l'échantillon.

FIG. 2 et 3. — *Pecopteris polymorpha* BRONGNIART

Provenance : montagne de Cherferie.

Gr. nat.

FIG. 4. — *Pecopteris* cf. *pennaeformis* BRONGNIART

Provenance : Nord de la Croix des Gardéoles (en éboulis).

× 3.

FIG. 5 et 5a. — *Pecopteris polymorpha* BRONGNIART

Provenance : ravin de la Salla (Tarentaise).

Gr. nat. (fig. 5), × 3 (fig. 5a).

FIG. 6. — *Pecopteris pennaeformis* BRONGNIART

Provenance : puy Freyssinet.

Gr. nat.

FIG. 7. — *Pecopteris pennaeformis* BRONGNIART

Provenance : chemin du Lac Long.

× 3.

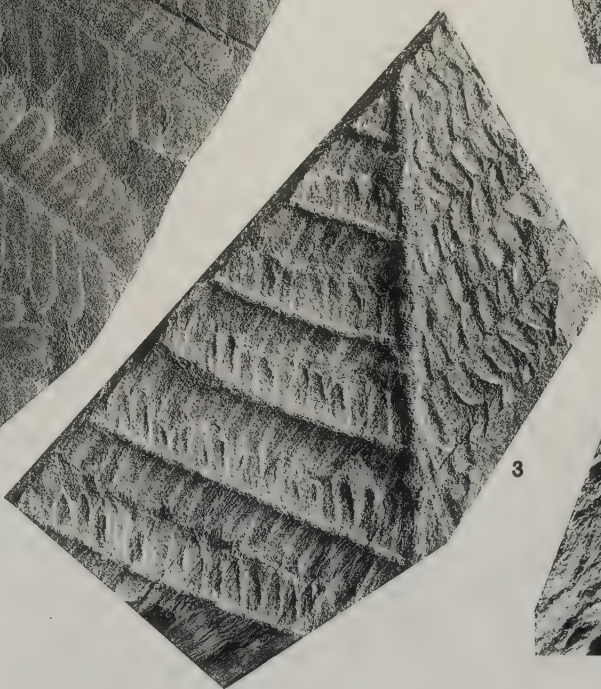
La nervation forte y est bien visible.



1



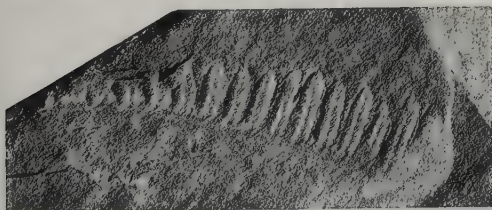
2



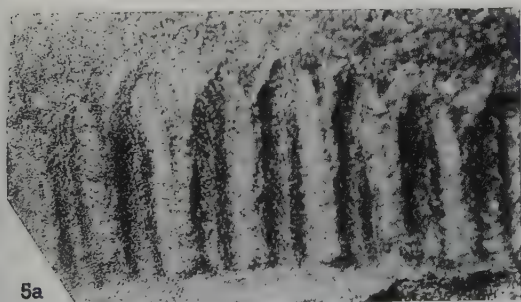
3



4 x 3



5

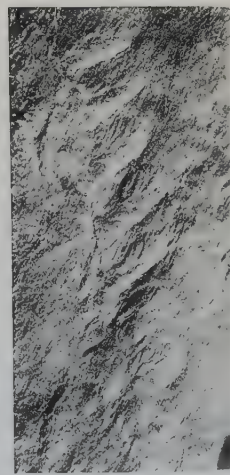


5a

x 3



6



7

x 3

PLANCHE .II

PLANCHE II

FIG. 1. — *Pecopteris polymorpha* var. *mauriennensis* nov. var.

On remarquera la forme élancée des pinnules, légèrement recourbées vers l'avant.
(a) Pinnules en voie de division, donnant ainsi naissance à des pennes d'un ordre supérieur portant des petites pinnules.

Provenance : chalets des Rateaux.

Gr. nat.

FIG. 2. — *Pecopteris polymorpha* var. *mauriennensis* nov. var.

On remarquera ici les pinnules rétrécies à leur base. Les pinnules de la base des pennes sont légèrement lobées.

Provenance : chalets des Rateaux

Gr. nat.

FIG. 3. — *Pecopteris saraepontana* STUR.

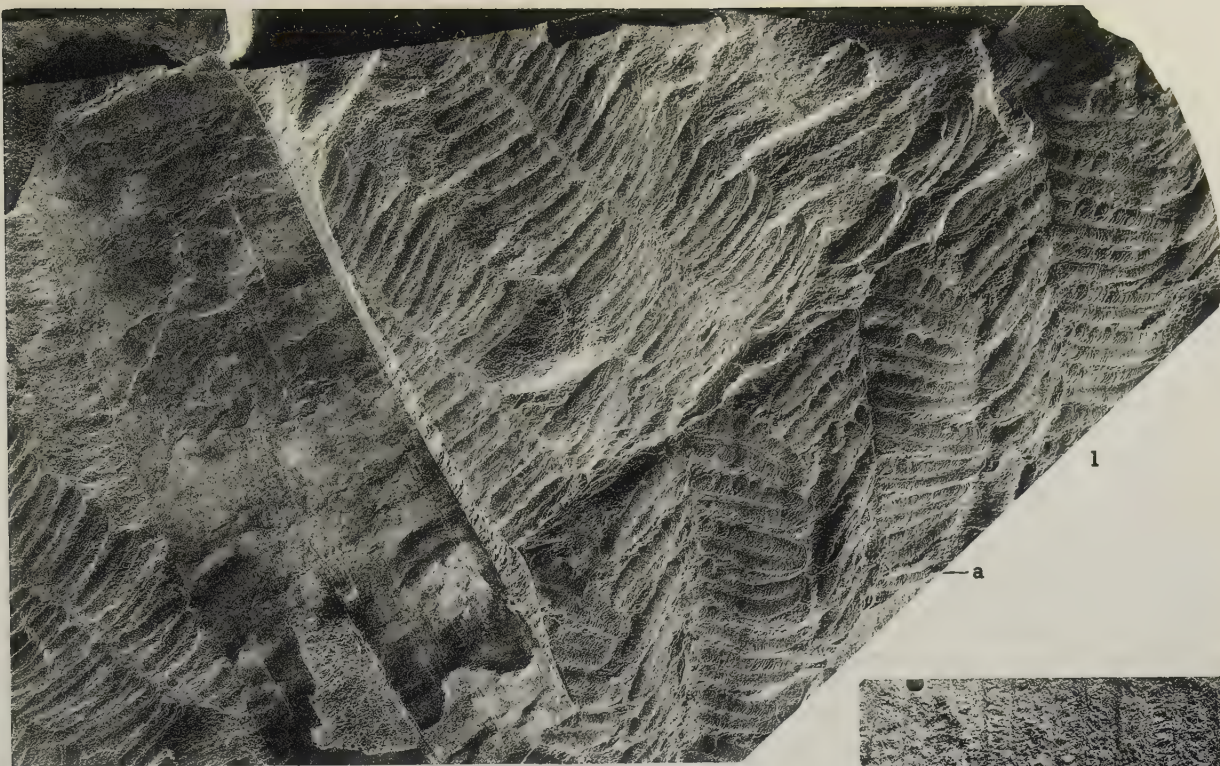
Echantillon fructifié. On remarquera que les pinnules sont assez espacées entre elles.

L'échantillon est recouvert de séricite.

Provenance : chalets des Rateaux.

Gr. nat.

FIG. 3a. — Partie de l'échantillon précédent agrandie trois fois. On observe la forme allongée des fructifications (*Ortotheca*).



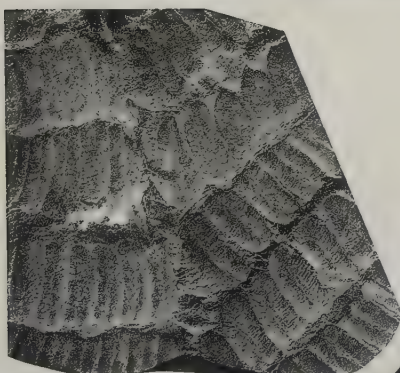
1

a



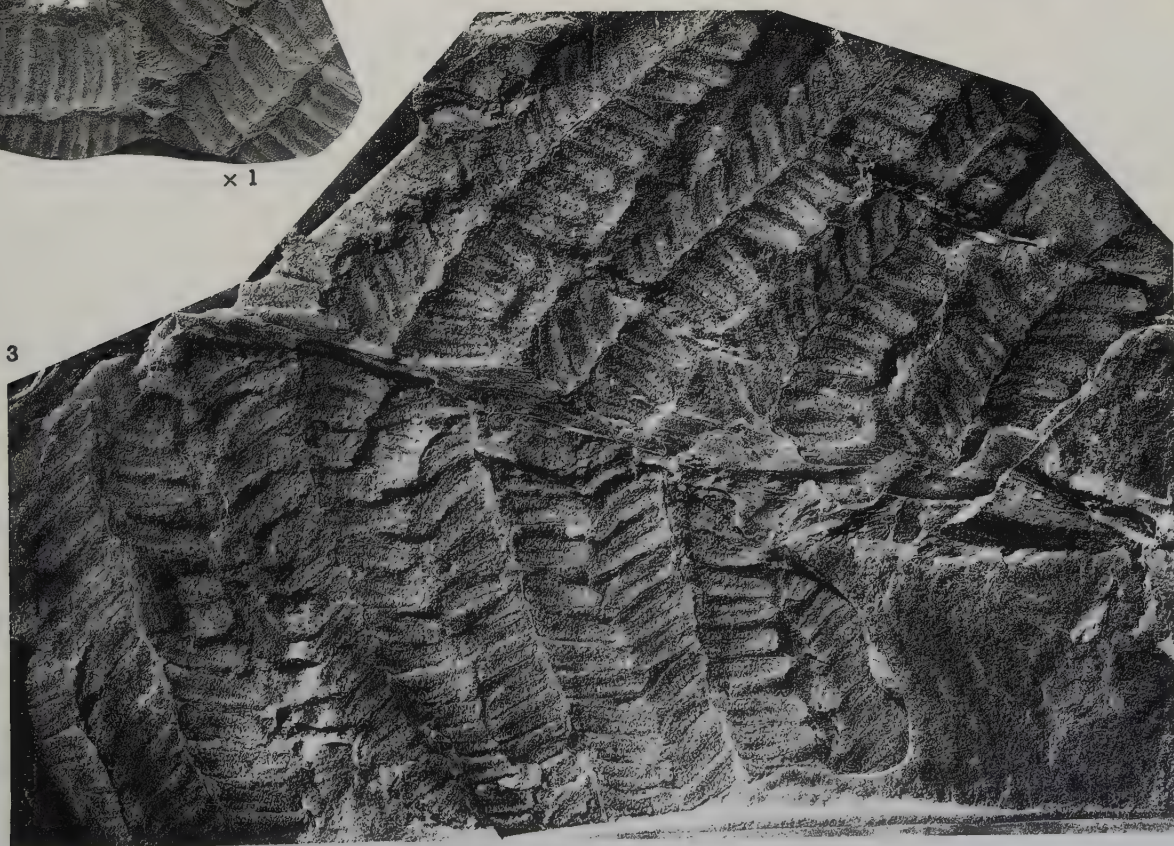
3a

× 3



2

× 1



3

PLANCHE III

PLANCHE III

FIG. 1. — *Pecopteris plumosa dentata* (ARTIS, BRONGNIART) CORSIN.

Provenance : crête de Pasquier.

Gr. nat.

FIG. 1a. — Même échantillon $\times 3$.

FIG. 2. — *Pecopteris* cf. *plumosa dentata*.

Provenance : chemin des Chasseurs flanc nord des Aiguillers, vers 2 480 m.

Gr. nat.

FIG. 3. — *Pecopteris plumosa dentata* (ARTIS, BRONGNIART) CORSIN.

Provenance : mines de la Benoite.

Gr. nat.

FIG. 4. — *Pecopteris plumosa dentata* var. *delicatula*.

Provenance : crête du Grand Vallon.

Gr. nat.

FIG. 4a. — Même échantillon $\times 3$.

FIG. 5. — *Pecopteris plumosa dentata* var. *delicatula*.

Provenance : crête du Grand Vallon à 2 460 m.

Gr. nat.

FIG. 6. — *Pecopteris plumosa dentata* var. *delicatula*.

Provenance : crête du Grand Vallon.

Gr. nat.

FIG. 7. — *Pecopteris plumosa dentata* ARTIS.

Provenance : déblais des mines de la Benoite.

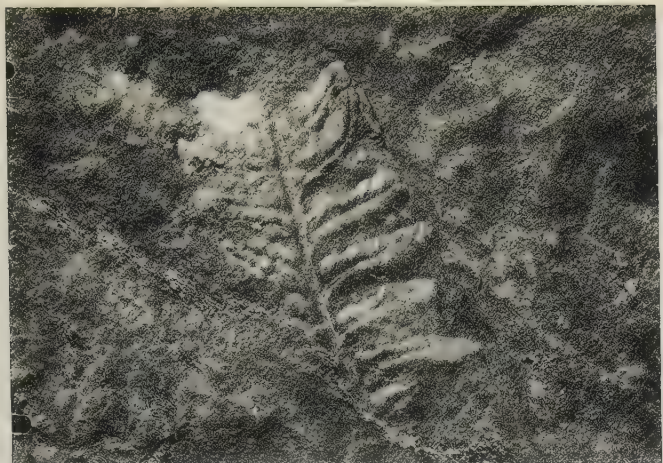
Gr. nat.

FIG. 7a. — Même échantillon $\times 3$.

FIG. 8. — *Pecopteris plumosa dentata* var. *delicatula*.

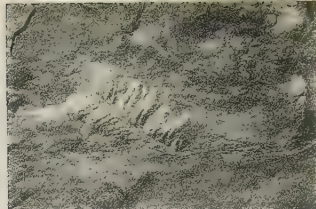
Provenance : crête du Grand Vallon.

Gr. nat.

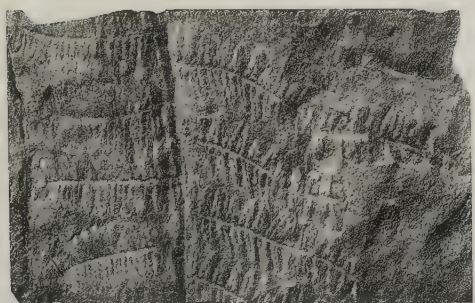


× 3

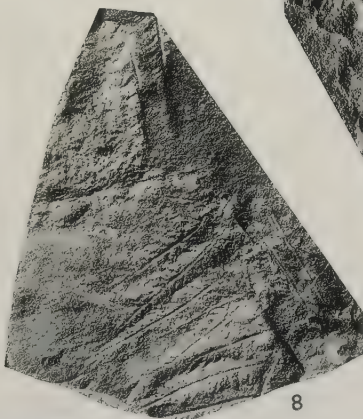
1a



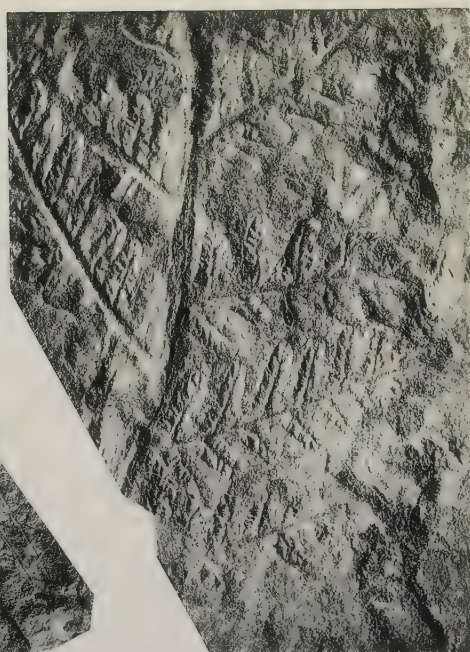
1



2



8



× 3

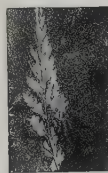
7a



3



4a



4



7



6



5

PLANCHE IV

PLANCHE IV

FIG. 1. — *Pecopteris* cf. *aspera* BRONGNIART.

Provenance : crête de Pasquier.

Gr. nat.

FIG. 2. — Rachis épineux se rapportant vraisemblablement au *P. aspera*.

Provenance : Grande Cîme (Névache).

FIG. 3. — *Sphenopteris* (*Renaultia*) *gracilis* BRONGNIART.

(var. *Zeilleri*).

Provenance : crête du Grand Vallon.

Gr. nat.

FIG. 4. — *Pecopteris pennaeformis* BRONGNIART.

Provenance : chemin des Chasseurs près du torrent de St. Joseph, rive gauche de la Guisane, en éboulis.

Gr. nat.

FIG. 4a. — Même échantillon $\times 3$.

La penne est en connexion avec un rachis épineux.

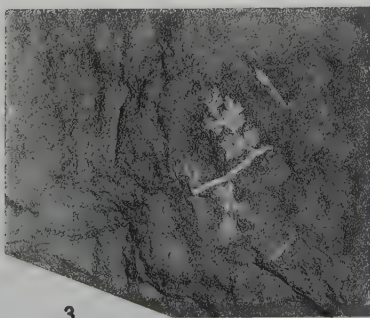
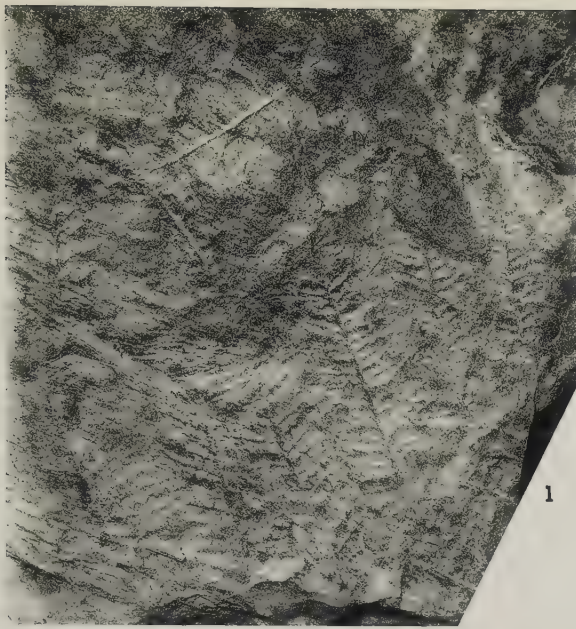


PLANCHE V

PLANCHE V

FIG. 1. — *Pecopteris Candollei* BRONGNIART.

Provenance : col des Encombres.

Forme typique à pinnules distantes les unes des autres.

Gr. nat.

FIG. 2. — *Pecopteris Candollei* BRONGNIART.

Provenance : chalets des Rateaux (Maurienne).

Gr. nat.

FIG. 3. — *Pecopteris Bredovi* GERMAR.

Provenance : chalets des Rateaux.

FIG. 3a. — Même échantillon $\times 3$.

FIG. 4. — *Pecopteris Candollei* BRONGNIART.

Provenance : chalets des Rateaux (Maurienne).

Gr. nat.

FIG. 4a. — Fragment du précédent $\times 3$.

L'échantillon est graphitisé; pour observer la nervation la photographie a été prise avec un éclairage U. V.

Ces échantillons diffèrent du type de BRONGNIART en ce sens que les pinnules se touchent par leurs bords.

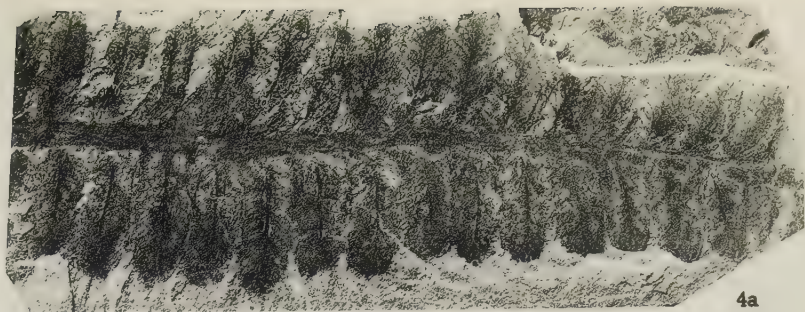
FIG. 5. — *Pecopteris feminaeformis* SCHLOTHEIM.

Provenance : chalets de Prachepaix (Tarentaise).

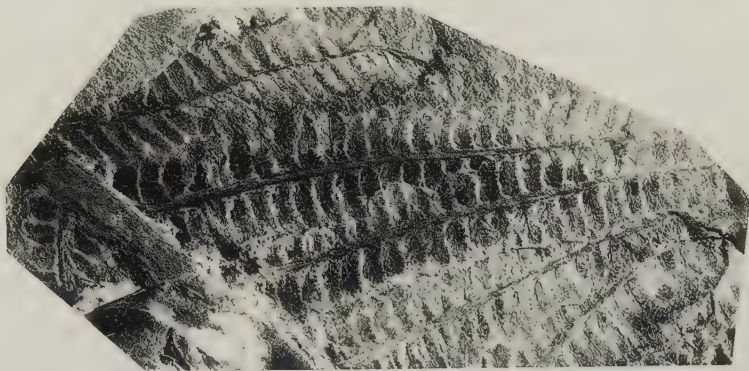
Gr. nat.



1



4a



2



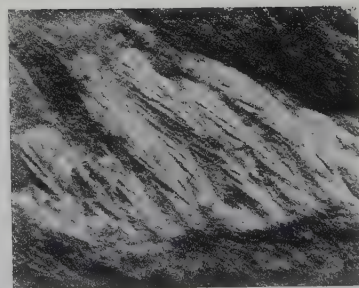
3



3a



4



5

PLANCHE VI

PLANCHE VI

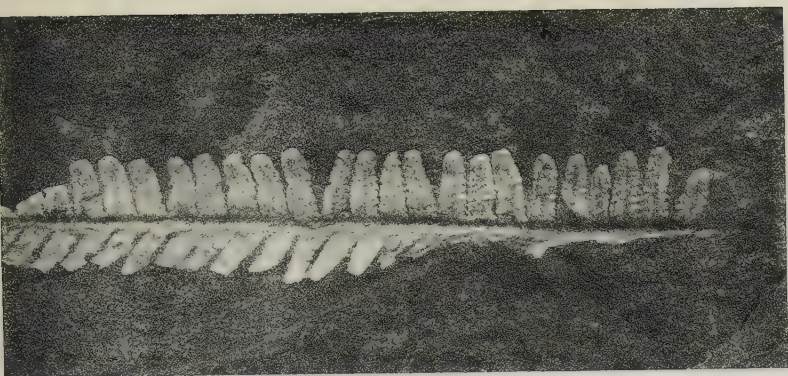
PECOPTERIS LAMURENSIS HEER

Tous les échantillons proviennent des chalets du Mennet; ils sont représentés grandeur nature.

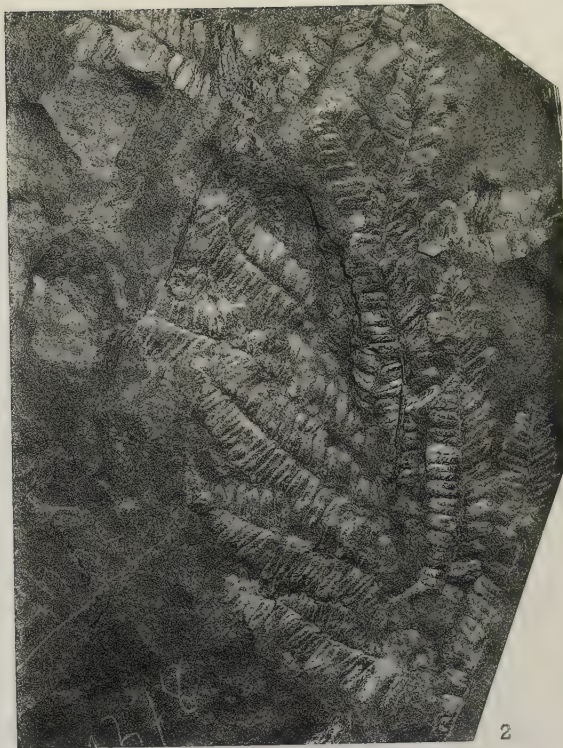
Les figures 1, 3, 4, 5, 6, montrent l'aspect caractéristique des pinnules : allongées et lobées sur leurs bords.

La figure 2 représente une extrémité de penne primaire. Les pinnules sont plus petites et non lobées.

Tous ces échantillons sont recouverts de sérécite, ce qui empêche d'en observer la nervation.



1



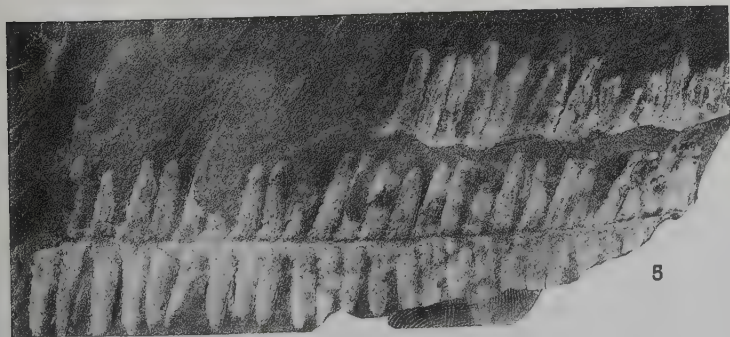
2



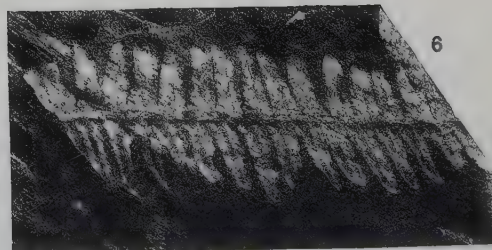
3



4



5



6

PLANCHE VII

PLANCHE VII

***PECOPTERIS LAMURENSIS* HEER**

FIG. 1, 2, 5. — *Pecopteris lamurensis* HEER.

Provenance : ravin de la Salla.

Gr. nat.

FIG. 3, 4. — *Pecopteris lamurensis* HEER.

Provenance : col des Encombres (Maurienne).

Gr. nat.



1



2



3



4



195

5

PLANCHE VIII

PLANCHE VIII

- FIG. 1. — *Pecopteris* aff. *Miltoni* ARTIS.
Provenance : chalets des Rateaux (Maurienne).
Gr. nat.
- FIG. 1a. — Même échantillon $\times 3$.
montrant la nervation.
- FIG. 2. — *Pecopteris* cf. *oreopteridia* SCHLOTHEIM.
Provenance : chalets des Rateaux.
Gr. nat.
- FIG. 2a. — Fragment de l'échantillon précédent $\times 3$.
- FIG. 3. — *Pecopteris* cf. *oreopteridia* SCHLOTHEIM.
Provenance : chalets des Rateaux.
Gr. nat.
Echantillon couvert de sérécite.

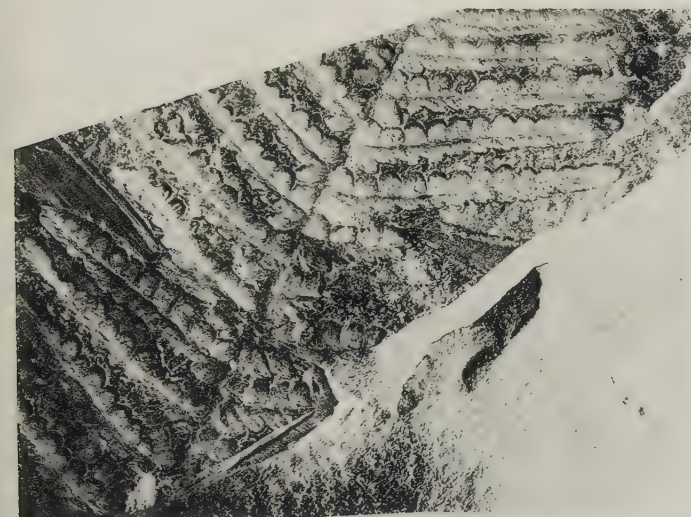


1



1a

x 3



2



2a



3

PLANCHE IX

PLANCHE IX

PECOPTERIS aff. *MILTONI*

Provenance : pointe de la Gratte.

FIG. 1. — Grandeur nature.

FIG. 1a. — Même échantillon $\times 3$.



1



1a

PLANCHE X

PLANCHE X

FIG. 1 et 1a. — *Pecopteris cyatheoides*.

Provenance : ravin de la Salla.

fig. 1. gr. nat.

fig. 1a. $\times 3$.

L'échantillon est très déformé; la nervation n'est pas visible, on ne peut donc en donner une détermination exacte. Cependant, si l'on tient compte de la largeur du rachis et de la forme linéaire des pennes de dernier ordre, il est possible qu'il s'agisse du *P. arborescens* SCHLOTHEIM.

FIG. 2, 3, 4, 5, 6. — *Pecopteris lamurensis* HEER.

Provenance : roche de Jaille.

Gr. nat.

Ces échantillons sont très déformés par la schistosité.

Les pinnules sont orientées différemment par rapport à l'axe du pli :

fig. 3. — perpendiculairement à l'axe du pli.

fig. 4, 6. — parallèlement à l'axe du pli.

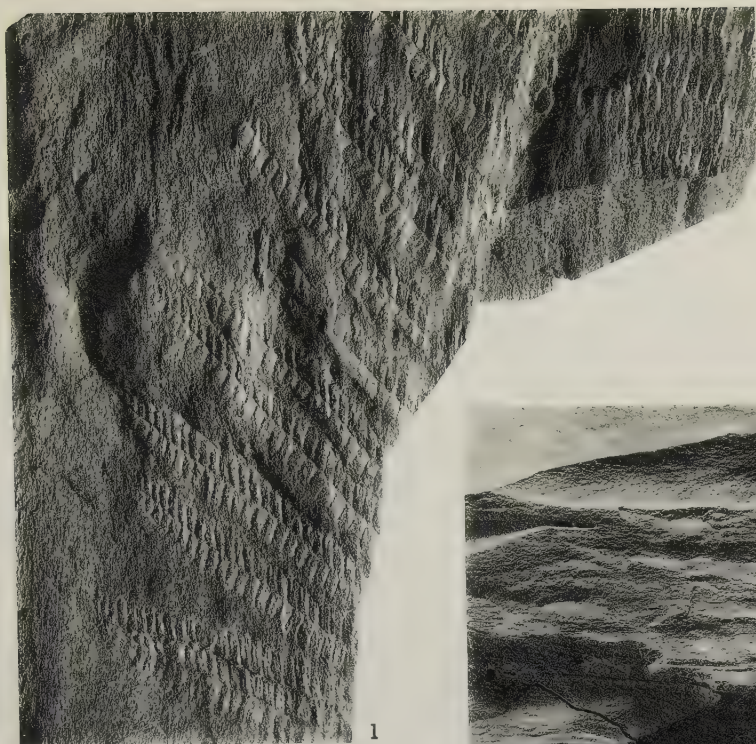
fig. 2, 5. — obliquement à l'axe du pli.

FIG. 7. — Aphlébie (probablement de *P. lamurensis*).

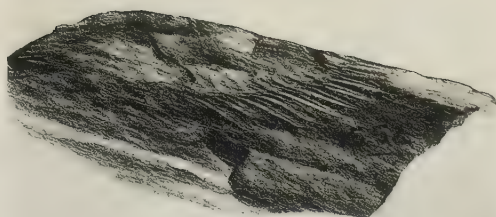
Provenance : chalets du Mennet.

Gr. nat.

a
/



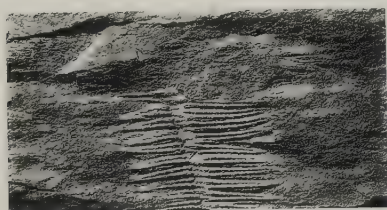
1



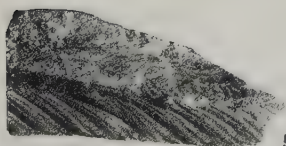
2



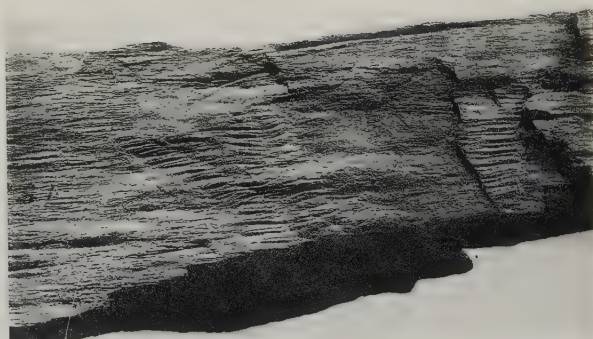
3



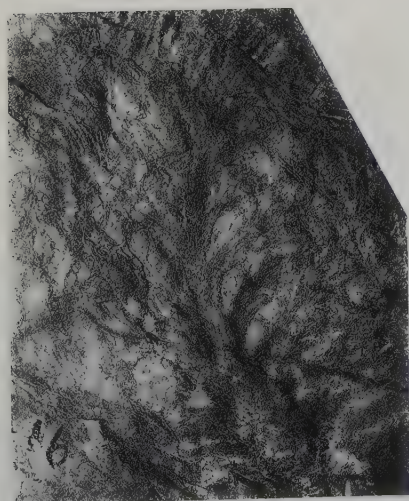
4



5



6



7



1a x 3

PLANCHE XI

PLANCHE XI

FIG. 1. — *Neuropteris Schlehani* STUR

Extrémité de penne montrant des grandes pinnules lobées à la base, passant à des pennes à petites pinnules.

Provenance : crête de la Benoite (B. 538).

x = 930,6; y = 308,9; z = 2 810 m. env.

Gr. nat.

FIG. 1a. — Même échantillon $\times 3$.

FIG. 2. — *Neuropteris Schlehani* STUR.

Forme à pinnule lobée.

Provenance : crête de la Benoite.

x = 329,5; y = 309,2; z = 2 800.

Gr. nat. (n° de l'échantillon B. 133).

FIG. 3. — *Neuropteris Schlehani* STUR.

Fragment de penne portant trois pennes secondaires de forme allongée. Le rachis primaire, large de 1 mm est finement strié longitudinalement. On remarquera la taille des lobes terminaux des pennes tertiaires.

Provenance : Les Rochas (rive gauche de la Guisane (en éboulis) près d'un chalet abandonné.

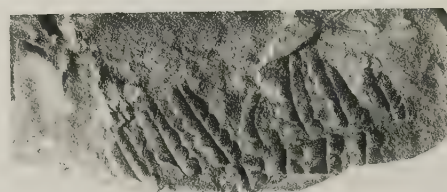
Gr. nat.



1a



1



2



3

PLANCHE XII

PLANCHE XII

NEUROPTERIS SCHLEHANI STUR

Agrandissement $\times 6$ de la contre-empreinte de l'échantillon de la planche XI figure 3, correspondant à la partie désignée par la flèche. Il montre le détail de la nervation.

a. — Fragment de *Mariopteris* cf. *acuta* BRONGNIART.

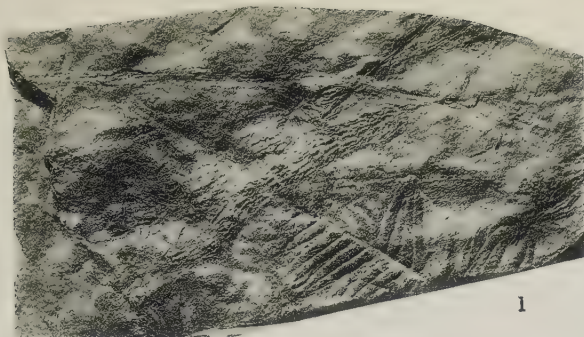


a

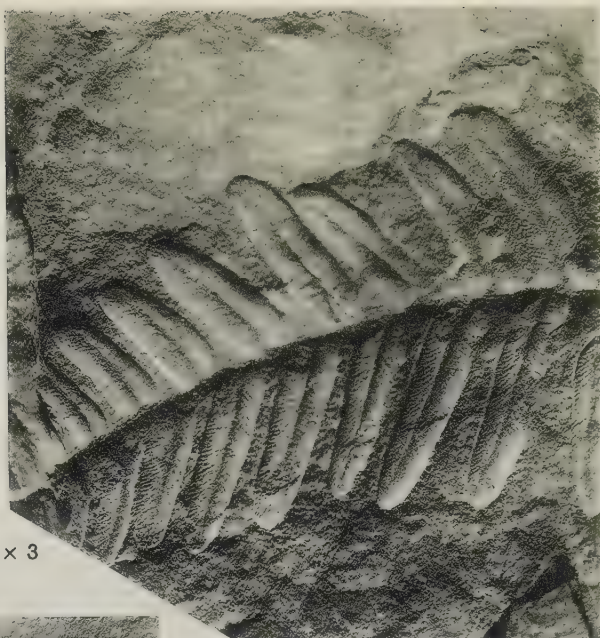
PLANCHE XIII

PLANCHE XIII

- FIG. 1. — *Neuropteris Schlehani* STUR
Provenance : crête de la Benoite.
Gr. nat.
- FIG. 2. — *Neuropteris Schlehani* STUR
Provenance : crête de la Benoite.
Gr. nat.
- FIG. 2a. — Même échantillon $\times 3$.
- FIG. 3. — *Neuropteris Schlehani* STUR
Provenance : crête de la Benoite.
Gr. nat.
- FIG. 3a. — Même échantillon $\times 3$.
Forme à petites pinnules en forme de cœur.
- FIG. 4. — *Neuropteris Schlehani* STUR
Provenance : crête de la Benoite.
Gr. nat.
- FIG. 5. — *Neuropteris Schlehani* STUR
Provenance : La Benoite.
Gr. nat.
- FIG. 6. — *Neuropteris Schlehani* STUR
Provenance : crête de La Benoite.
Gr. nat.
- FIG. 6a. — Même échantillon $\times 3$.



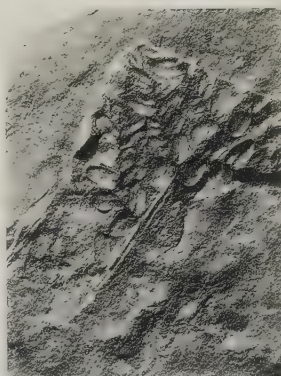
1



2a x 3



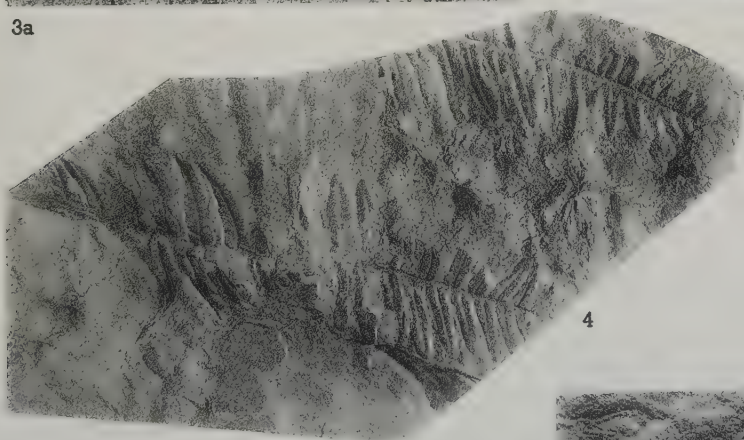
3a



3



2



4



5



6



6a

PLANCHE XIV

PLANCHE XIV

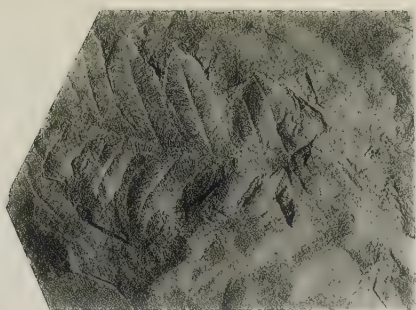
FIG. 1. — *Alethopteris Serli* BRONGNIART
Provenance : col de Tramouillon.
Gr. nat.

FIG. 1a. — Même échantillon $\times 3$.

FIG. 2. — *Neuropteris Schlehani* STUR.
Provenance : crête de La Benoite.
Gr. nat.

FIG. 2a. — Même échantillon $\times 3$.

Le sommet aigu de certaines pinnules rappelle celui du *Neuropteris rectinervis* KIDSTON, mais il est vraisemblablement dû à un léger enroulement de l'extrémité de la pinnule.



1



1a

× 3



2

2a



PLANCHE XV

PLANCHE XV

FIG. 1. — *Neuropteris gardeolensis* nov. sp.

Fragment de penne. On remarquera la forme linéaire des pennes de dernier ordre, et aussi le lobe qui les termine, qui est différent de celui du *Neuropteris Grangeri* BRONGNIART tel qu'il a été représenté par STOCKMANS (1923).

La forme des pinnules n'est pas typique, l'échantillon étant très déformé.

Provenance : Croix des Gardéoles.

Gr. nat.

FIG. 2. — *Neuropteris gardeolensis* nov. sp.

Forme typique non déformée assez proche du *N. Grangeri* BRONGNIART.

Provenance : Croix des Gardéoles.

Gr. nat.

FIG. 2a. — Même échantillon $\times 3$, montrant le détail de la nervation.

FIG. 3. — *Neuropteris gardeolensis* nov. sp.

Provenance : Croix des Gardéoles.

Gr. nat.

FIG. 3a. — Même échantillon $\times 3$.

Même remarque que pour l'échantillon représenté fig. 2 et 2a.

FIG. 4. — *Neuropteris gardeolensis* nov. sp.

La plaque de schiste représentée porte deux fragments de pennes, différemment orientés par rapport aux déformations qu'a subies la roche.

La penne a) présente des pinnules de longueur réduite, ce qui leur donne un aspect trapu; la penne b), au contraire, a des pinnules de largeur réduite d'où leur aspect élancé. Cette penne b) est représentée agrandie pl. XVII, fig. 1.

Provenance : Croix des Gardéoles.

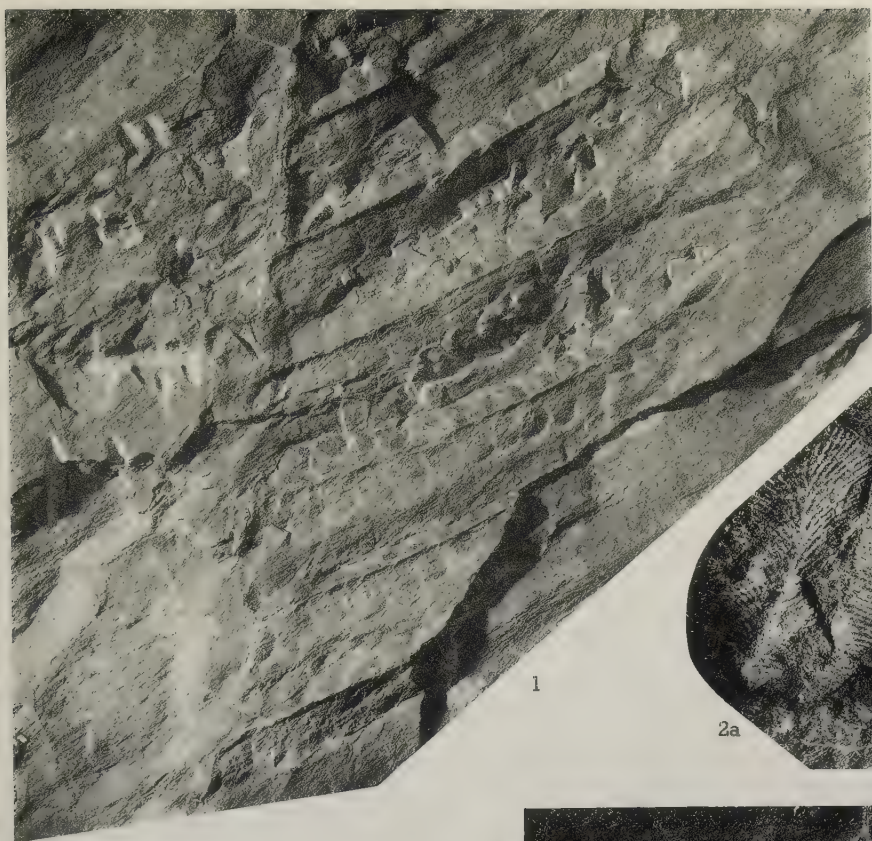
Gr. nat.

FIG. 5. — *Neuropteris gardeolensis* nov. sp.

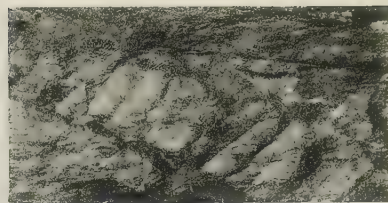
Forme normale montrant des pennes à contour presque linéaire.

Provenance : Croix des Gardéoles.

Gr. nat.



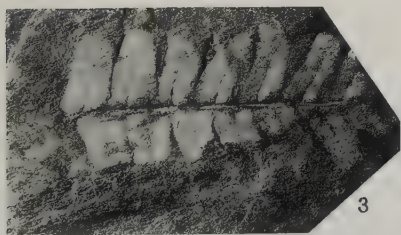
1



2



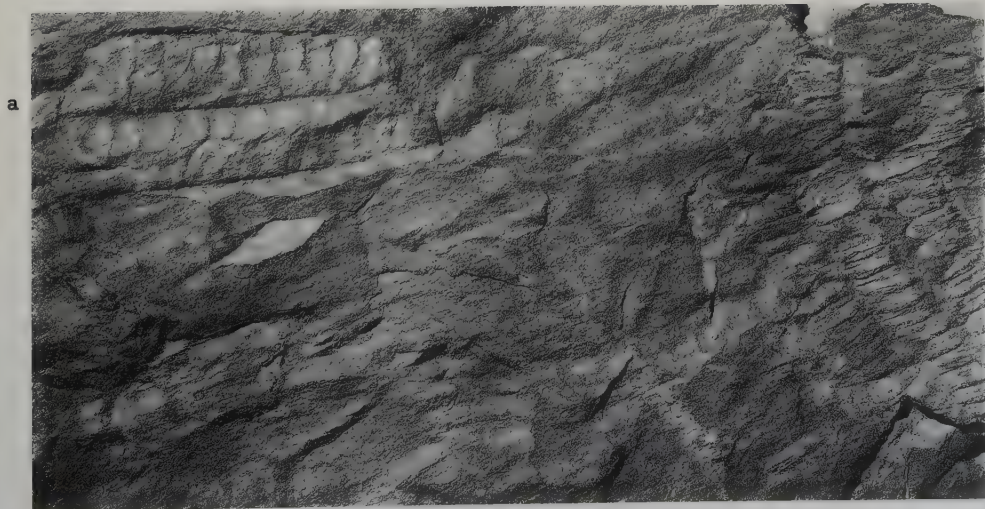
2a



3



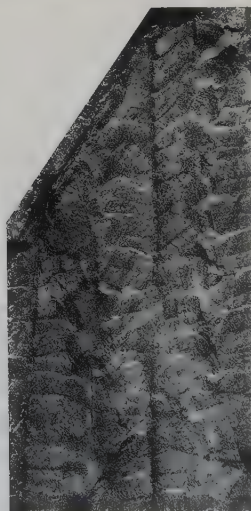
3a



a

b

4



5

PLANCHE XVI

PLANCHE XVI

FIG. 1. — *Neuropteris gardeolensis* nov. sp.

Provenance : Croix des Gardéoles.

Gr. nat.

FIG. 1a. — Même échantillon $\times 3$ montrant la nervation.

FIG. 2. — *Neuropteris gardeolensis*.

Provenance : Croix des Gardéoles.

FIG. 3. — Extrémité de penne de *N. gardeolensis*.

Echantillon déformé par une compression latérale.

Provenance : Croix des Gardéoles.

Gr. nat.

FIG. 4. — cf. *Neuropteris gardeolensis*.

Provenance : Croix des Gardéoles.

FIG. 4a. — Même échantillon $\times 3$ montrant la nervation.

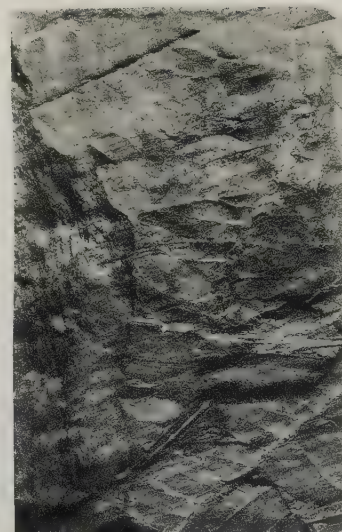
Il n'est pas certain que ces pinnules séparées appartiennent bien à cette espèce : la nervation semble plus serrée, plus dense.



1a



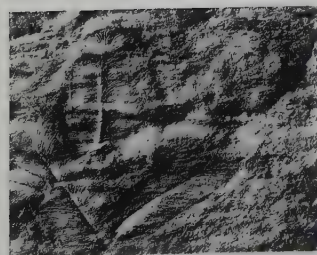
1



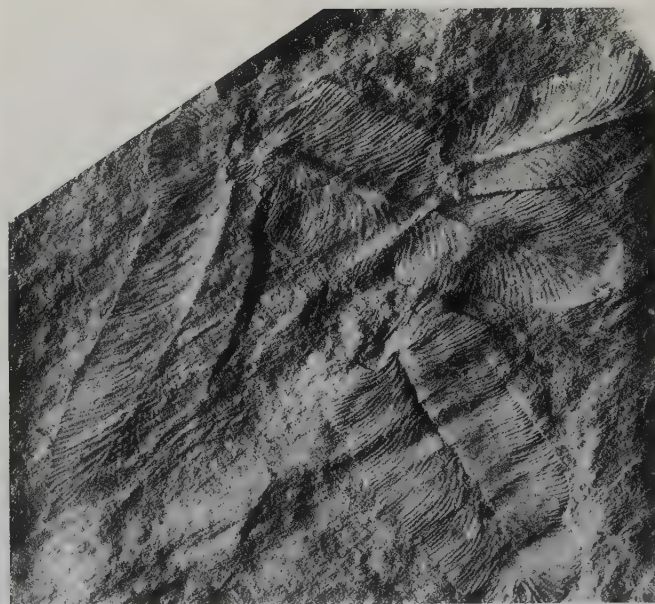
2



3



4



4a

PLANCHE XVII

PLANCHE XVII

FIG. 1. — *Neuropteris gardeolensis* nov. sp.

Agrandissement $\times 3$ d'une penne déformée par la schistosité, ce qui donne aux pinnules un aspect élancé (voir : pl. XV, fig. 4).

Provenance : Croix des Gardéoles.

FIG. 2. — *Neuropteris* cf. *gardeolensis*.

Ce *Neuropteris* est très voisin du *Neuropteris Grangeri* BRONGNIART.

Provenance : gîte fossilifère à l'Est de l'Aiguillette du Lauzet.

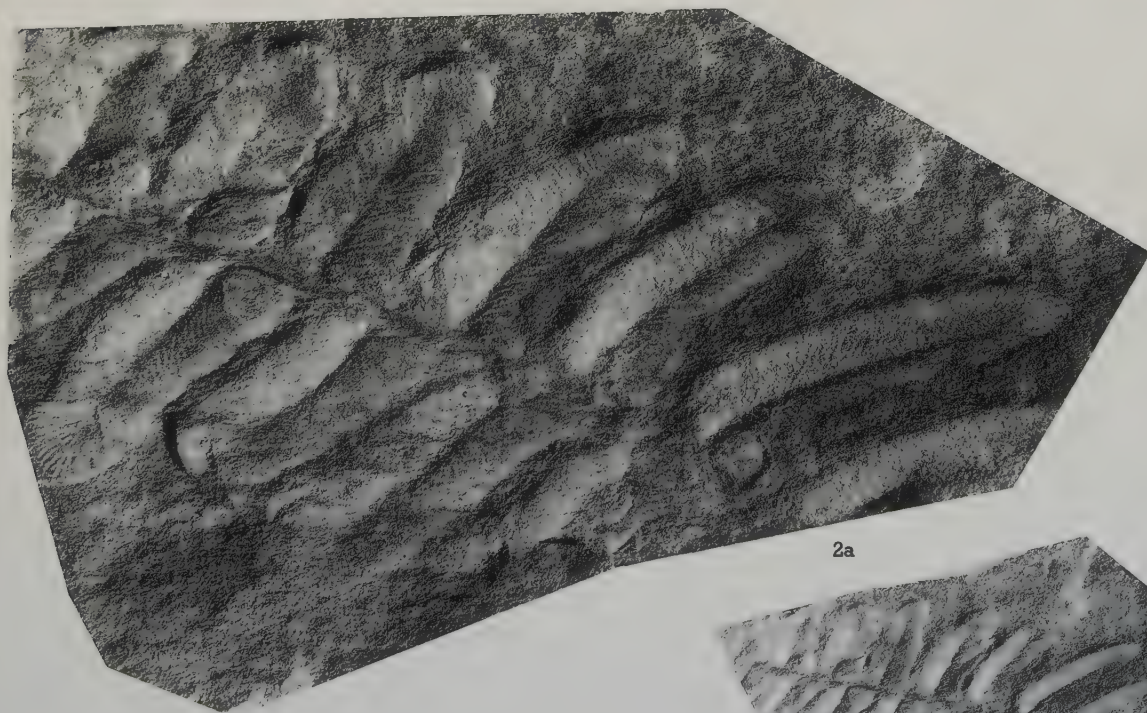
Gr. nat.

FIG. 2a. — Même échantillon $\times 3$.

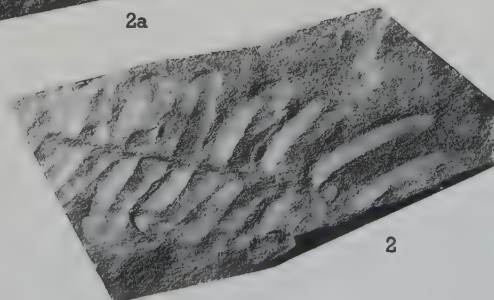


1

× 3



2a



2

PLANCHE XVIII

PLANCHE XVIII

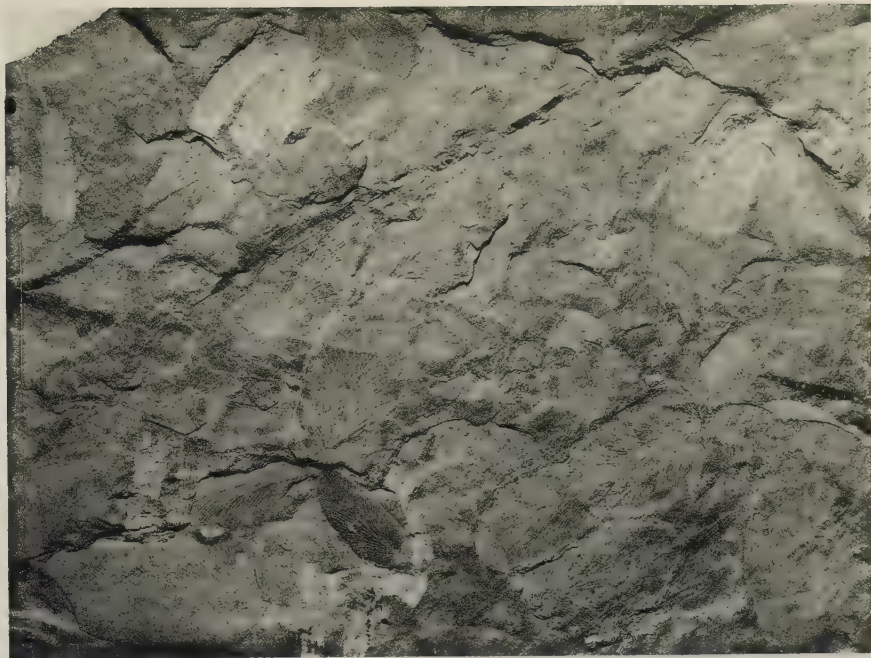
FIG. 1. — *Neuropteris linguaefolia* P. BERTRAND
Provenance : ravin de la Moulette.
Gr. nat.

FIG. 2. — *Neuropteris linguaefolia* P. BERTRAND
Provenance : col de Tramouillon.
Gr. nat.

FIG. 2a. — Fragment de l'échantillon précédent $\times 3$.



1



2



3 2a

PLANCHE XIX

PLANCHE XIX

FIG. 1. — *Neuropteris linguaefolia* P. BERTRAND

Provenance : rocher de la Verne.

Gr. nat.

FIG. 2. — *Neuropteris linguaefolia* P. BERTRAND

Provenance : gisement près du lac de la Madeleine — vallon des Muandes.

Gr. nat.

FIG. 2a. — Echantillon précédent $\times 3$.

FIG. 3. — *Neuropteris linguaefolia* P. BERTRAND

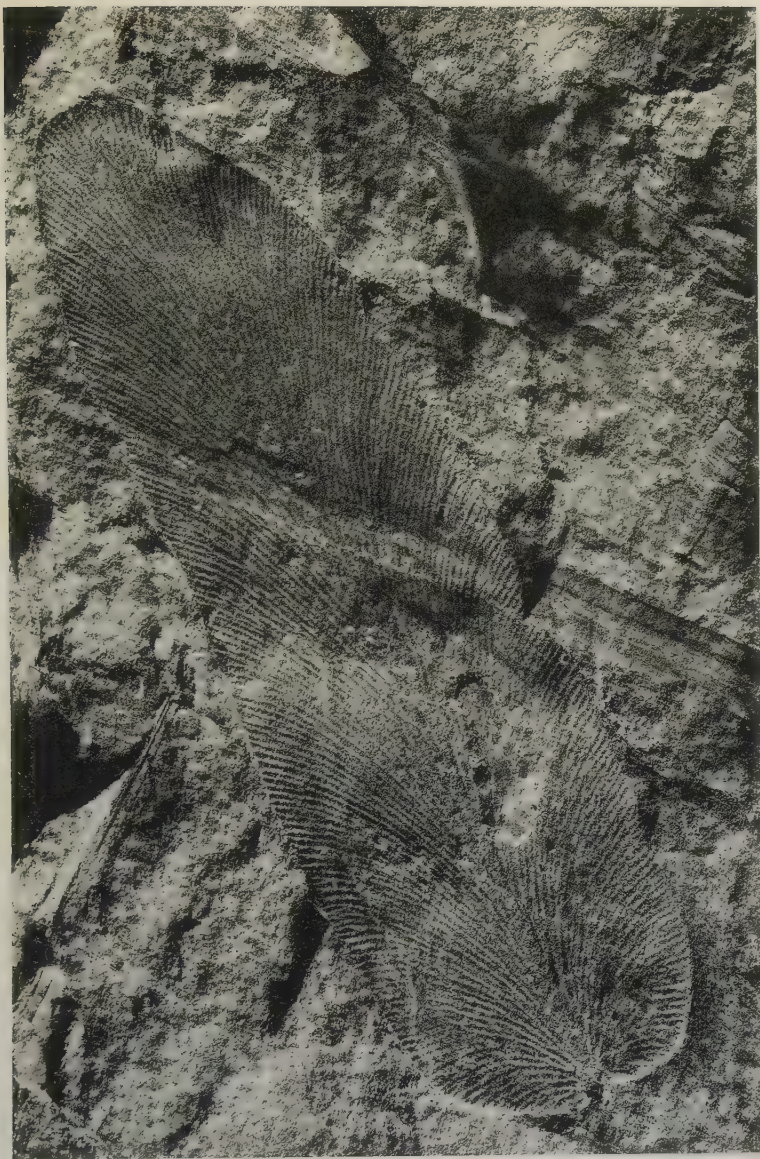
Pinnule présentant une « oreille » à la base du côté postérieur, pouvant rappeler la forme de certains *Mixoneura*.

Provenance : Maurienne, près de St. Michel-de-Maurienne. Gisement : Le Noiray.

Gr. nat.

FIG. 3a. — Même échantillon $\times 3$.

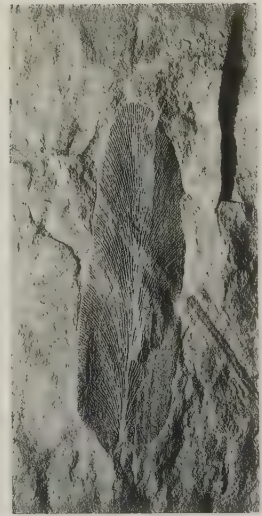
On notera sur tous ces échantillons l'absence de nervure médiane.



2a



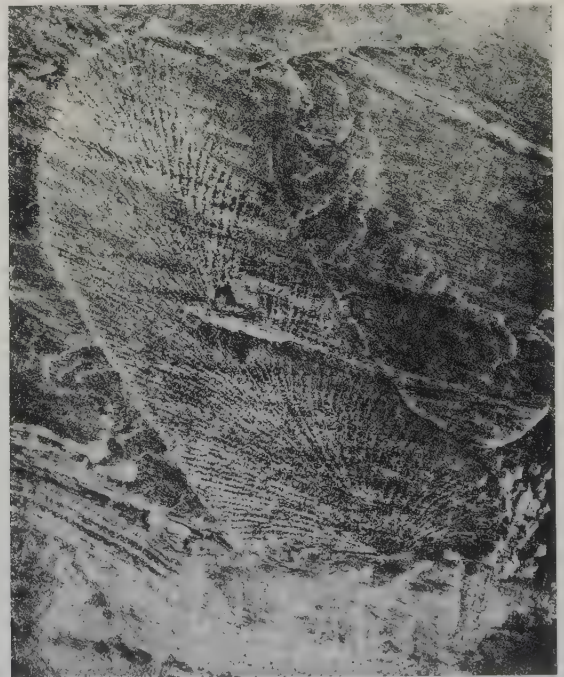
1



2



3



3a

PLANCHE XX

PLANCHE XX

FIG. 1. — *Neuropteris linguaefolia* P. BERTRAND

Provenance : Le Noiray, près de St. Michel-de-Maurienne.
Gr. nat.

FIG. 2 et 3. — *Neuropteris linguaefolia* P. BERTRAND

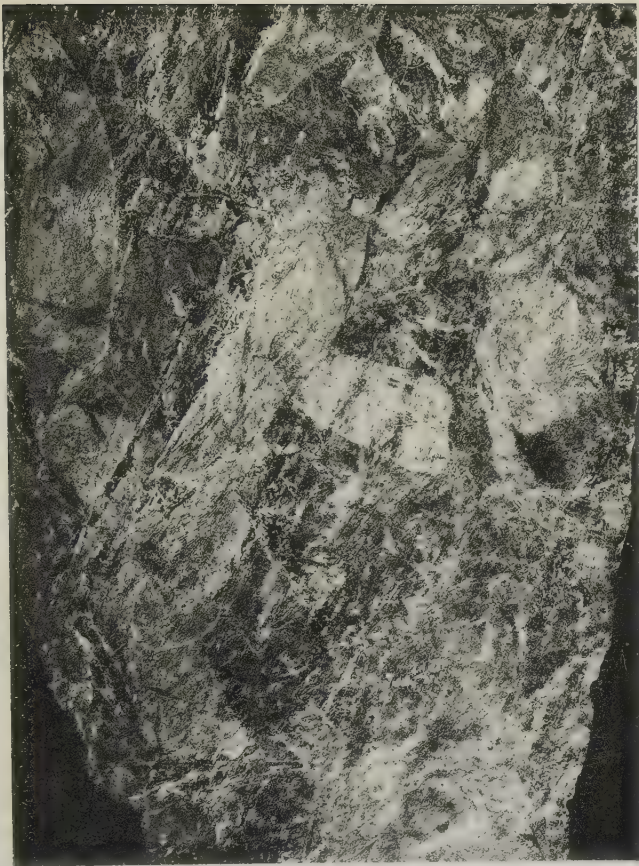
Provenance : rocher de la Verne près de Briançon.
Gr. nat.

FIG. 4, 5, 6, 7, 8. — *Neuropteris linguaefolia* P. BERTRAND

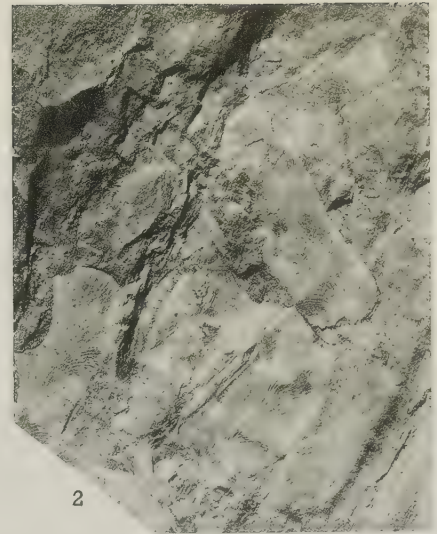
Provenance : Les Chalanches (Briançonnais).
Gr. nat.

FIG. 9. — *Neuropteris linguaefolia* P. BERTRAND

Provenance : col de Tramouillon.
× 3.



1



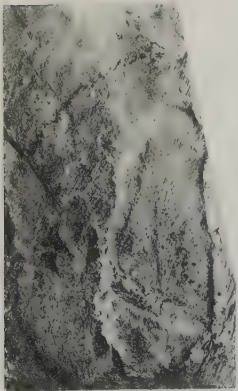
2



3



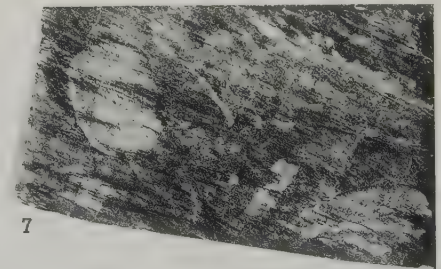
4



5



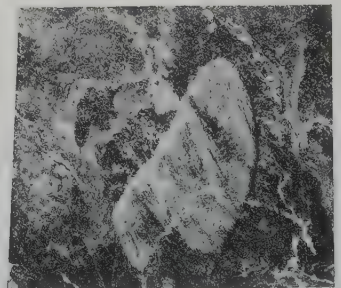
6



7



9



8

PLANCHE XXI

PLANCHE XXI

FIG. 1. — *Neuropteris attenuata* LINDLEY et HUTTON

Extrémité de penne. On remarquera la faible densité de la nervation.

Provenance : à l'Est du col de Névache.

Gr. nat.

FIG. 1a. — Même échantillon $\times 3$.

FIG. 2. — *Neuropteris* cf. *attenuata*.

Provenance : à l'Est du col de Névache.

Gr. nat.

FIG. 2a. — Même échantillon $\times 3$.

FIG. 3. — *Neuropteris obliqua* BRONGNIART

Provenance : Les Achards (près de St. Crépin).

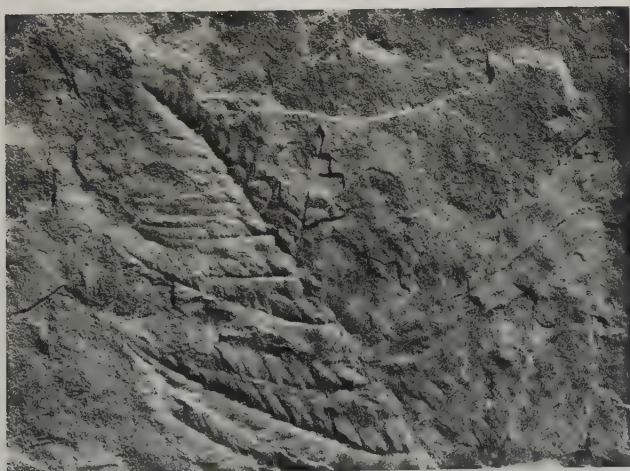
Gr. nat.

FIG. 3a. — Même échantillon $\times 3$.



1a

× 3

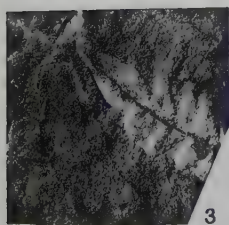


1



2a

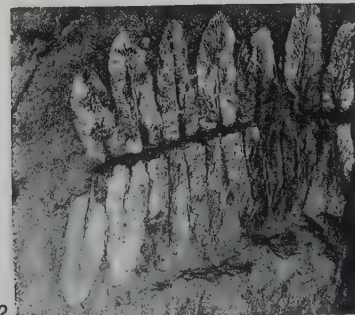
× 3



3



3a



2

PLANCHE XXII

PLANCHE XXII

FIG. 1. — *Neuropteris* cf. *attenuata*.

Provenance : à l'Est du col de Névache.

Gr. nat.

FIG. 1a. — Même échantillon $\times 3$ montrant la nervation.

FIG. 2. — *Neuropteris* cf. *attenuata*.

Provenance : à l'Est du col de Névache.

Gr. nat.

FIG. 3. — *Neuropteris* cf. *attenuata* et *Lepidophyllum lanceolatum*.

Provenance : à l'Est du Col de Névache.

Gr. nat.

On remarquera sur les fig. 2 et 3 le début de division à la base des pinnules.

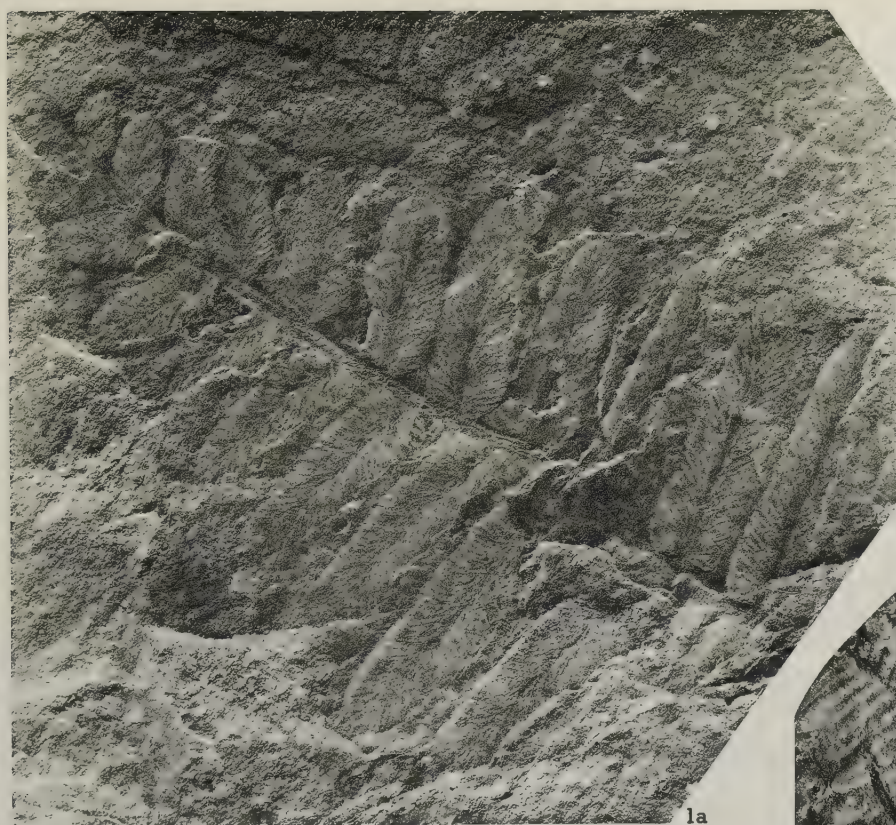
FIG. 4. — *Neuropteris* cf. *attenuata*.

Provenance : à l'Est du col de Névache.

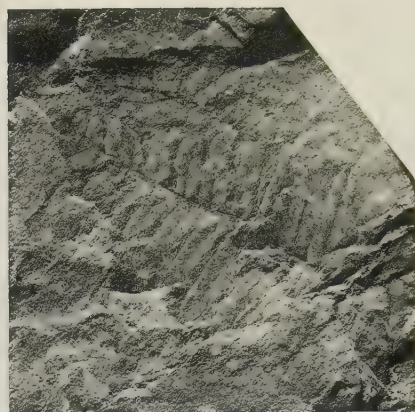
Gr. nat.

FIG. 4a. — Même échantillon $\times 3$.

La nervation est plus serrée que sur l'exemplaire de la fig. 1 de la même planche.



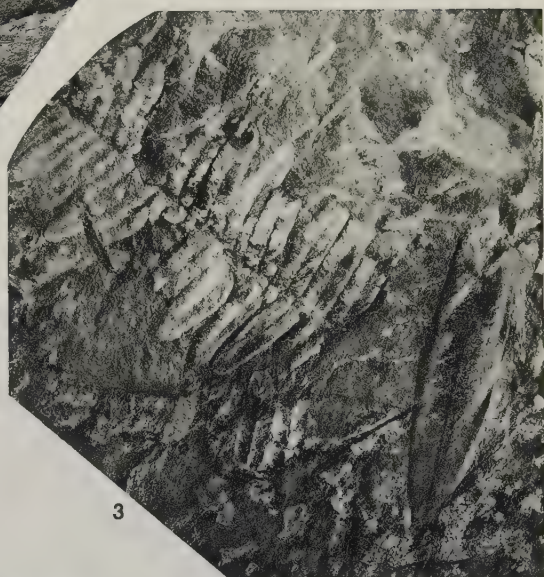
1a



1



2

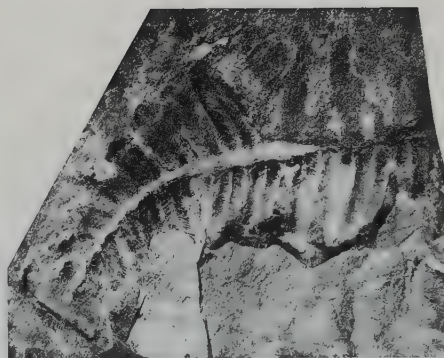


3

× 3



4a



4

PLANCHE XXIII

PLANCHE XXIII

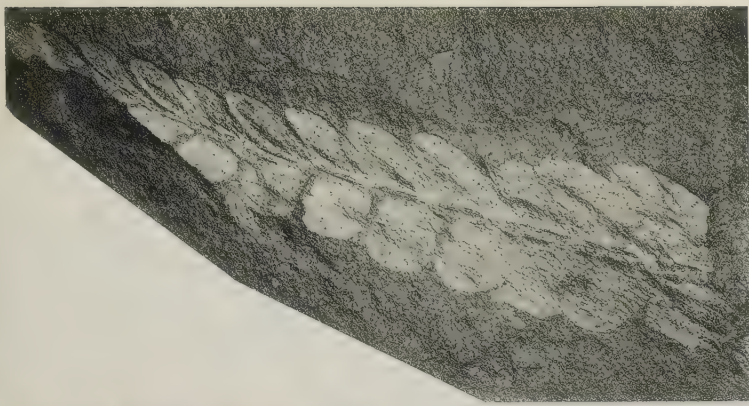
MIXONEURA FLEXUOSA var. **OPULENTA**

Provenance : gisement du ravin de la Salla
près de Sangut (Tarentaise)

Tous les échantillons sont représentés grandeur nature.

La plupart ont subi des déformations qui ont accentué la dissymétrie des pennes. Les pinnules droites sur le rachis sont assez larges; les pinnules inférieures sont penchées vers l'avant; certaines pinnules, comme on peut l'observer dans le haut de la partie gauche de la figure 6, ont pris, sous l'effet des déformations, l'aspect du *Neuropteris montana* HEER.

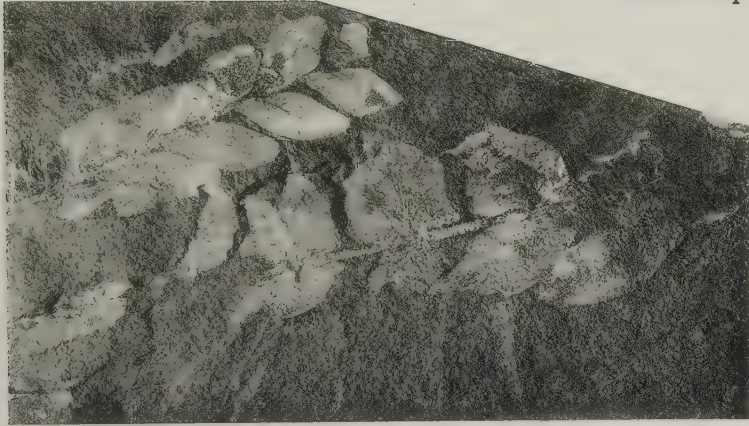
Il faut noter aussi, sur l'ensemble de ces échantillons, la grande taille des pinnules.



1



2



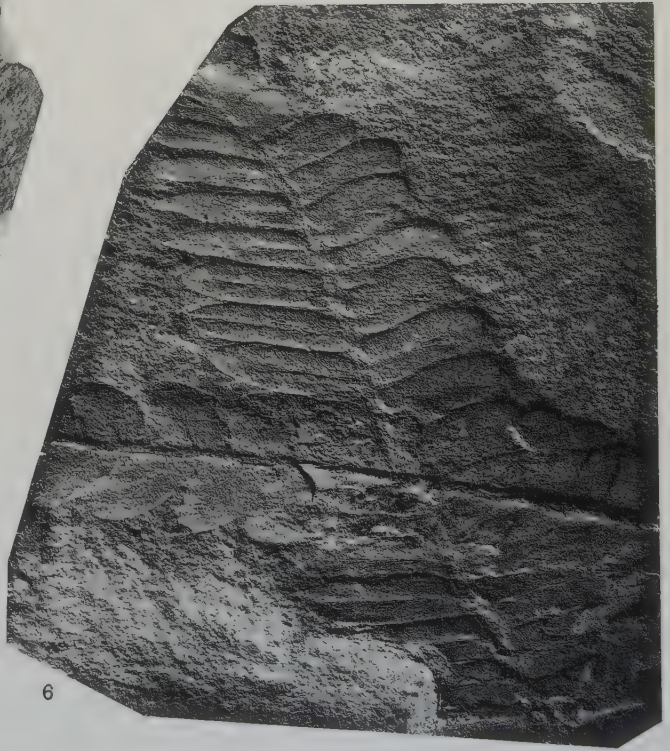
3



4



5



6

PLANCHE XXIV

PLANCHE XXIV

MIXONEURA FLEXUOSA var. OPULENTA

Provenance : ravin de la Salla (Tarentaise)

FIG. 1. — Penne montrant la grandeur des pinnules, la dissymétrie des pinnules de part et d'autre du rachis, dissymétrie accentuée du fait des déformations dues à la schistosité.

On remarquera particulièrement la forme élancée du lobe terminal de la penne.
Gr. nat.

FIG. 1a. — Lobe terminal de l'échantillon précédent.

Ce lobe est très allongé, même si on tient compte de la déformation de l'échantillon.

Sa nervation fine est perceptible, et semble presque parallèle à la nervure médiane qui est, ici, le prolongement du rachis.

× 3.

FIG. 2. — Même espèce à grandes pinnules. Penne à lobe terminal court et arrondi.

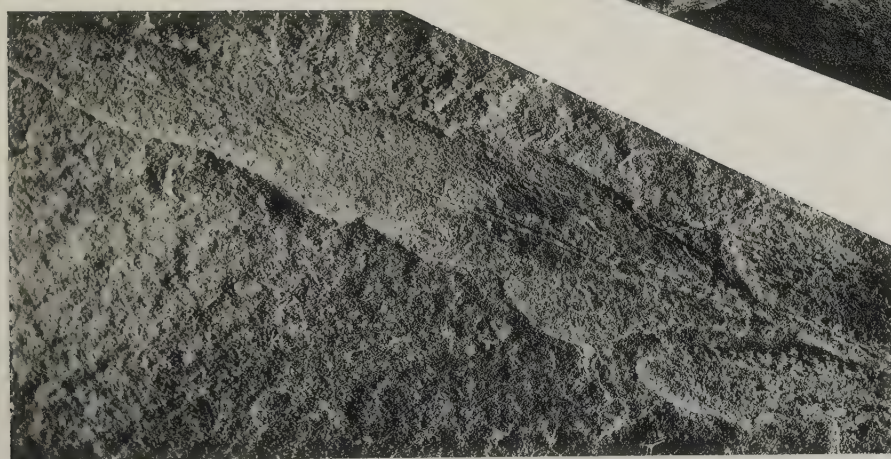
Gr. nat.

FIG. 3. — Pinnules assez peu déformées; à nervation fine.

Gr. nat.



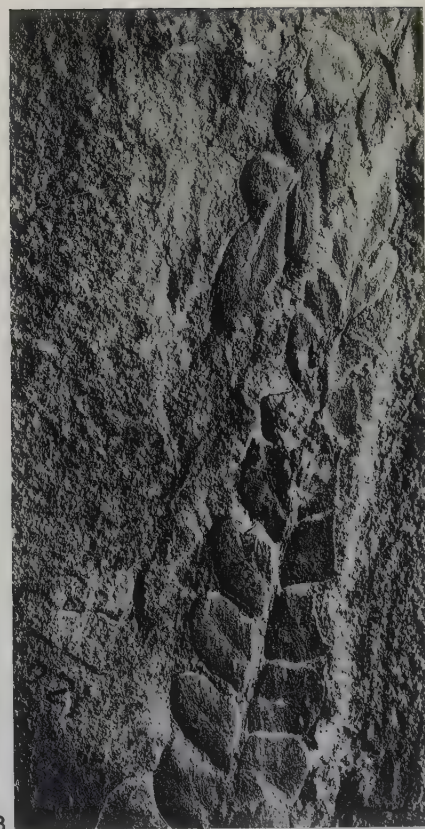
1



1a



2



3

PLANCHE XXV

PLANCHE XXV

MIXONEURA FLEXUOSA var. **OPULENTA**

Provenance : ravin de la Salla

- FIG. 1. — Agrandissement de la fig. 3, pl. XXIV, $\times 3$, montrant le détail de la nervation.
- FIG. 2. — Même espèce $\times 3$. On remarquera la nervation fine, le lobe terminal court et trapu.
La penne représentée est, vraisemblablement, une penne intercalaire.



1



2

PLANCHE XXVI

PLANCHE XXVI

FIG. 1. — *Linopteris neuropteroides* GUTBIER, var. *minor* POTONÉ

Provenance : ravin de la Salla (Tarentaise).

Gr. nat.

FIG. 1a. — Fragment de l'échantillon précédent $\times 3$, montrant la nervation anastomosée.

FIG. 2. — *Mixoneura* cf. *ovata* HOFFMAN

Provenance : chalets de l'Arrendier, près de Valmeinier.

Gr. nat.

FIG. 2a. — Même échantillon $\times 3$.

FIG. 3. — *Mixoneura flexuosa* GRAND'EURY.

Provenance : L'Arrendier près de Valmeinier.

Gr. nat.

FIG. 4. — *Mixoneura* cf. *ovata* HOFFMAN.

Provenance : L'Arrendier près de Valmeinier.

Gr. nat.

FIG. 5. — *Mixoneura* cf. *ovata* HOFFMAN.

Provenance : Les Encombres.

Gr. nat.

FIG. 6. — *Mixoneura flexuosa* GRAND'EURY.

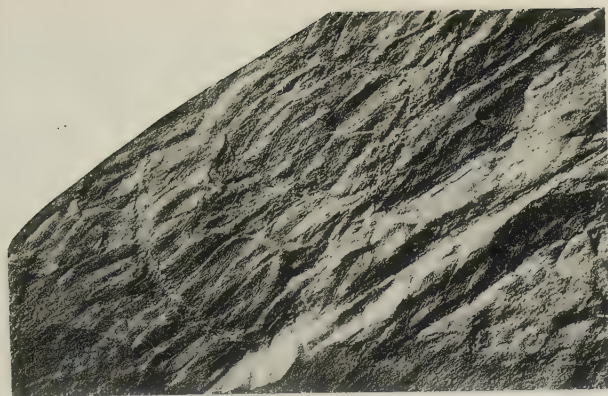
Provenance : roc de Tougne.

Gr. nat.

FIG. 7. — *Mixoneura flexuosa* GRAND'EURY.

Provenance : mines de Tal.

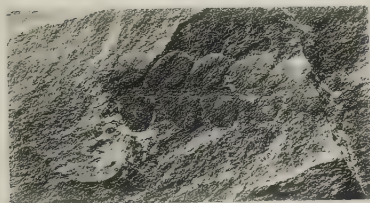
Gr. nat.



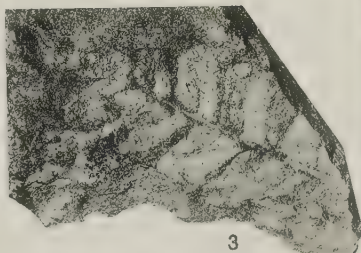
1



1a



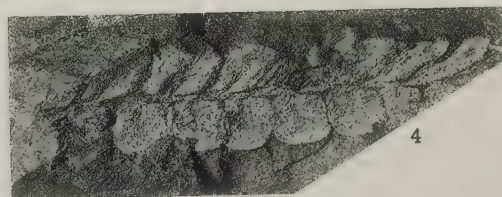
2



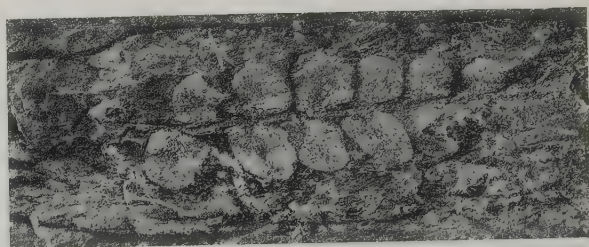
3



2a



4



5



6



7

PLANCHE XXVII

PLANCHE XXVII

- FIG. 1. — Grandes pinnules triangulaires (cf. *N. triangularis*)
Provenance : ravin de la Salla (Tarentaise).
Gr. nat.
- FIG. 2. — Grandes pinnules triangulaires. La nervation paraît plus forte que chez le précédent, mais cela est dû à l'enduit de sérécité qui les recouvre.
Provenance : ravin de la Salla.
Gr. nat.
- FIG. 3. — *Mixoneura flexuosa* var. *opulenta*
Provenance : ravin de la Salla (Tarentaise).
Gr. nat.
- FIG. 3a. — Même échantillon $\times 3$.
A rapprocher des pinnules de gauche de l'échantillon représenté pl. XXIII, fig. 6. Cette forme correspond à celle baptisée par HEER *Neuropteris montana*.
- FIG. 4. — *Mixoneura flexuosa* GRAND'EURY.
Provenance : Bozel, forêt de Montagny
Gr. nat.
- FIG. 4a. — Même échantillon $\times 3$.
- FIG. 5. — *Neuropteris acutifolia* P. BERTRAND.
(Pinnule anormale se rapportant au genre *Mixoneura*).
Provenance : ravin de la Salla.
Gr. nat.
- FIG. 5a. — Même échantillon $\times 3$.



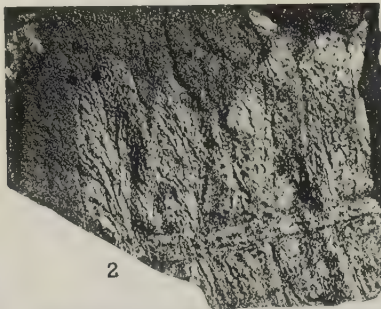
1



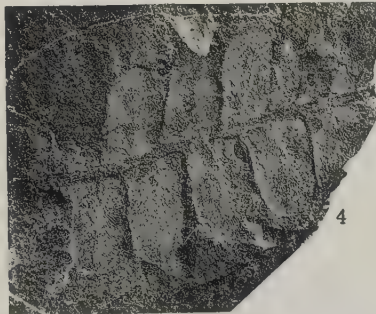
5



3



2



4



5a



3a



4a

PLANCHE XXVIII

PLANCHE XXVIII

FIG. 1. — *Mixoneura sarana* P. BERTRAND.

Provenance : sondage des Girodons (Nièvre).

Gr. nat.

FIG. 1a. — Même échantillon $\times 3$, montrant la nervation plus forte, plus lâche et plus flexueuse que celle des *Mixoneura* du type *flexuosa*.

FIG. 2, 3, 4. — *Mixoneura flexuosa* GRAND'EURY.

Diverses formes provenant de l'assise inférieure du bassin de Lons-le-Saunier (Jura).

Gr. nat.

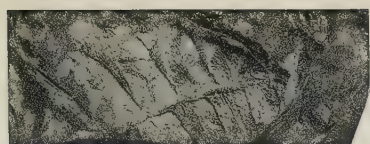
FIG. 5. — *Mixoneura flexuosa* GRAND'EURY.

Provenance : Carrière du Mercoirol, bassin des Cévennes (Gard).

Gr. nat.

FIG. 5a. — Fragment de l'échantillon précédent $\times 3$.

Cet échantillon peut être considéré comme un cotype du *M. flexuosa* GRAND'EURY.



1



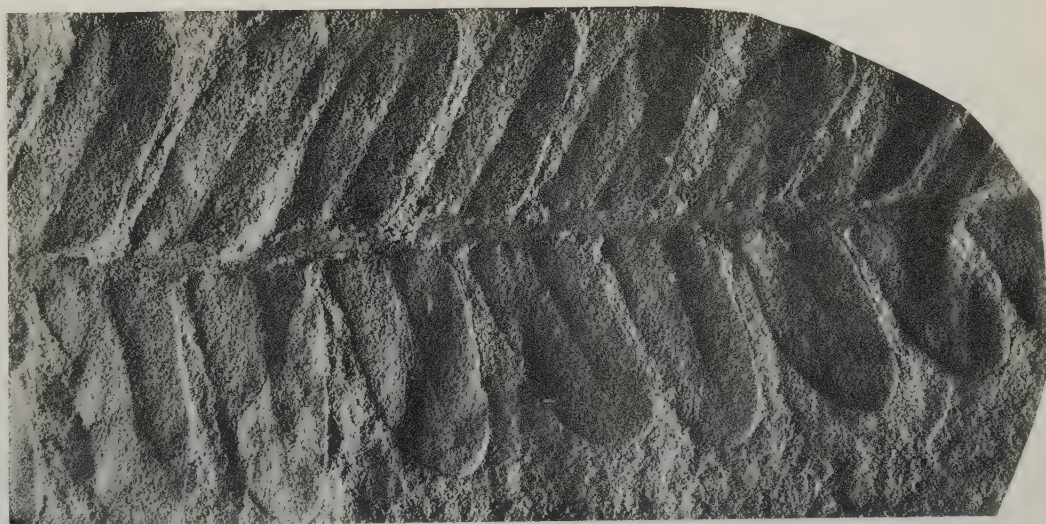
2



1a



3



5a



4



5

PLANCHE XXIX

PLANCHE XXIX

FIG. 1. — *Mariopteris rotundata* HUTH

Provenance : chemin des Muandes.
Gr. nat.

FIG. 2. — *Neuropteris obliqua* BRONGNIART

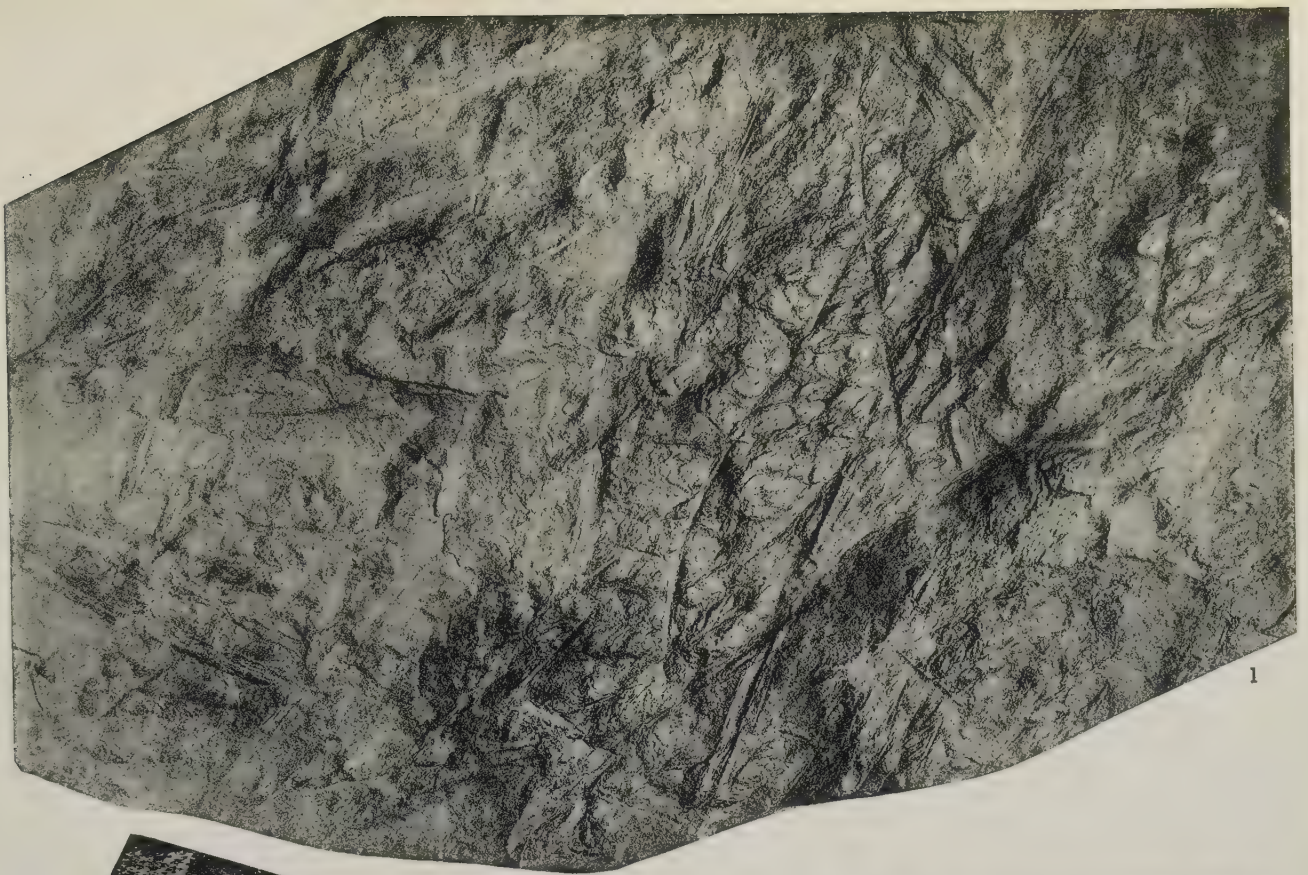
Provenance : ravin de Queyrières
Gr. nat.

FIG. 2a. — Même échantillon $\times 3$, montrant la nervation flexueuse et les pinnules odontoptéridiennes

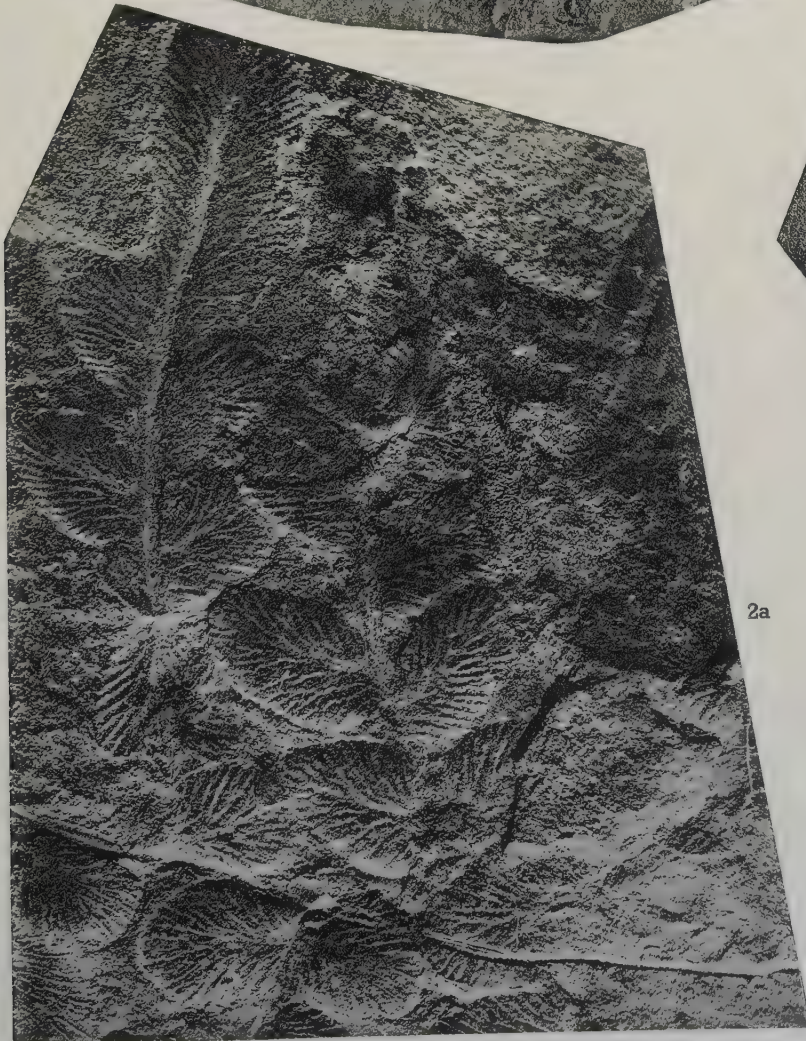
FIG. 3. — *Mixoneura flexuosa* var. *opulenta*

Provenance : ravin de la Salla (Tarentaise)
Gr. nat.

On remarquera le lobe terminal de la penne, qui est ici très court et trapu.
Comparer avec la planche XXIV, fig. 1 et 1a.



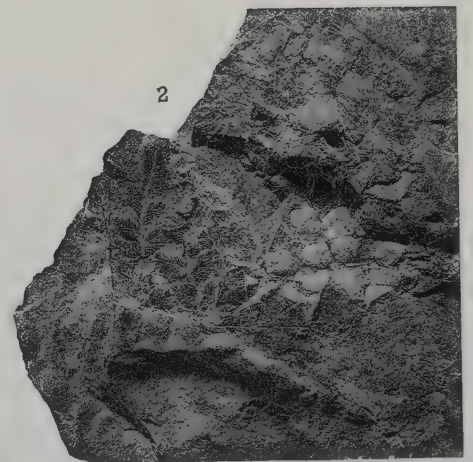
1



2a



3



2

PLANCHE XXX

PLANCHE XXX

FIG. 1. — *Mariopteris acuta* form. *grandis* GOTHAN
Provenance : Tarentaise. Pont de Landry
Gr. nat.

FIG. 1a. — Même échantillon $\times 3$.

FIG. 2. — *Mariopteris acuta* form. *grandis* GOTHAN
Provenance : Tarentaise. Pont de Landry
Gr. nat.

FIG. 2a. — Même échantillon $\times 3$.

FIG. 3. — Extrémité de penne pouvant se rapporter au *Mariopteris acuta* $\times 3$.
Provenance : pont de Landry.



1a

× 3



1



2

× 3



3

× 3



2

PLANCHE XXX

FIG. 1. — *Mariopteris acuta* form. *grandis* GOTHAN
Provenance : Tarentaise. Pont de Landry
Gr. nat.

FIG. 1a. — Même échantillon $\times 3$.

FIG. 2. — *Mariopteris acuta* form. *grandis* GOTHAN
Provenance : Tarentaise. Pont de Landry
Gr. nat.

FIG. 2a. — Même échantillon $\times 3$.

FIG. 3. — Extrémité de penne pouvant se rapporter au *Mariopteris acuta* $\times 3$.
Provenance : pont de Landry.

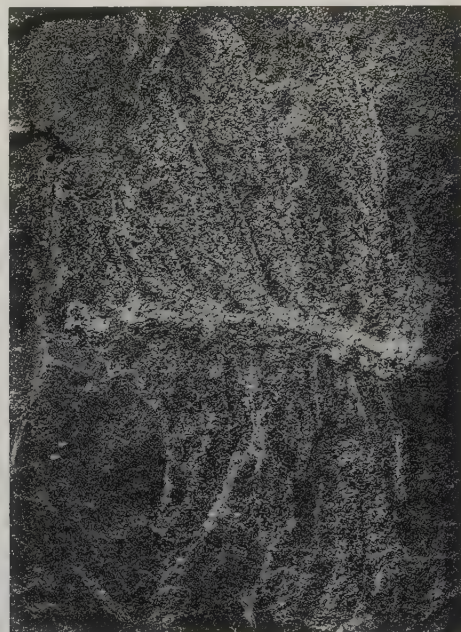


1a

× 3



1



2

× 3



3

× 3



2

PLANCHE XXXI

PLANCHE XXXI

FIG. 1. — *Mariopteris grandepinnata* HUTH

Provenance : chemin des Chasseurs
Gr. nat.

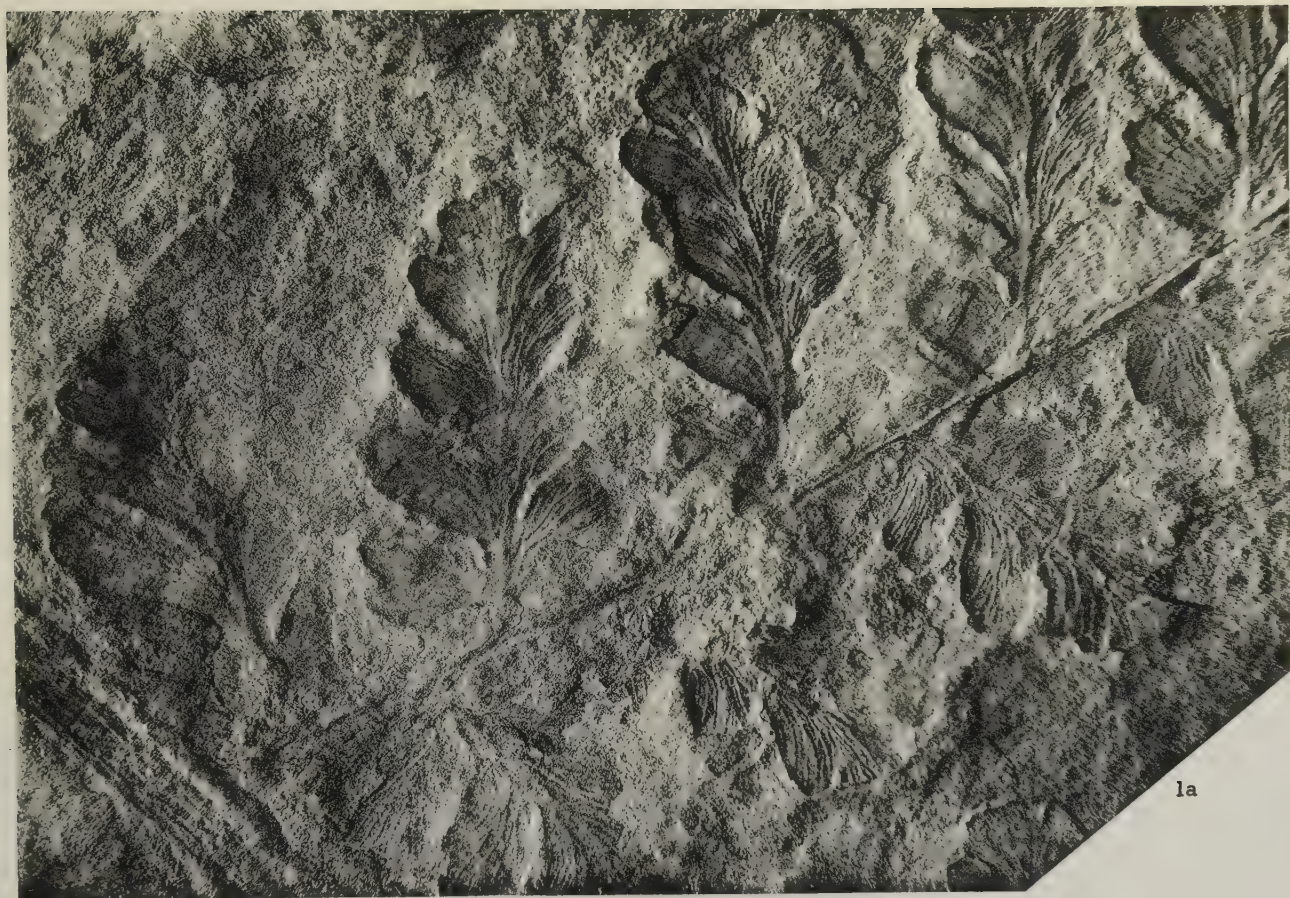
FIG. 1a. — Détail de l'échantillon précédent $\times 3$

FIG. 1b. — Reproduction de la figure originale de HUTH
Comparer avec la figure 1a

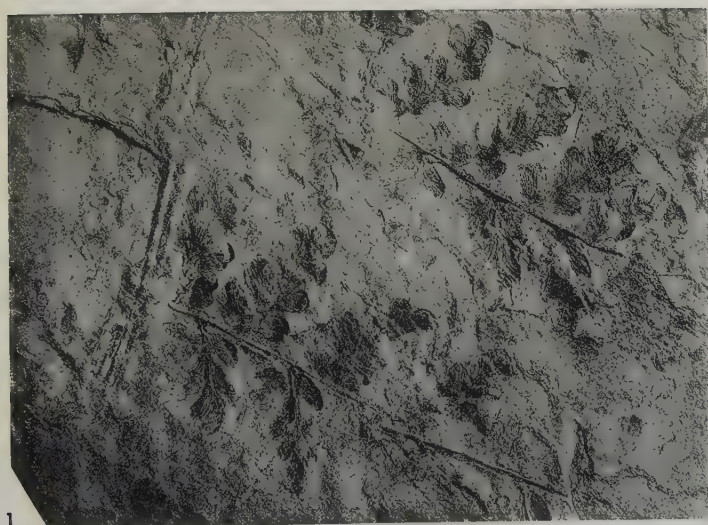
FIG. 2. — *Mariopteris grandepinnata* HUTH

Provenance : crête du Grand Vallon
Gr. nat.

FIG. 3. — Détail de l'échantillon précédent $\times 3$



1a



1



1b



2



3

PLANCHE XXXII

PLANCHE XXXII

FIG. 1. — *Mariopteris* sp.

Provenance : chemin du Lac Long
Gr. nat.

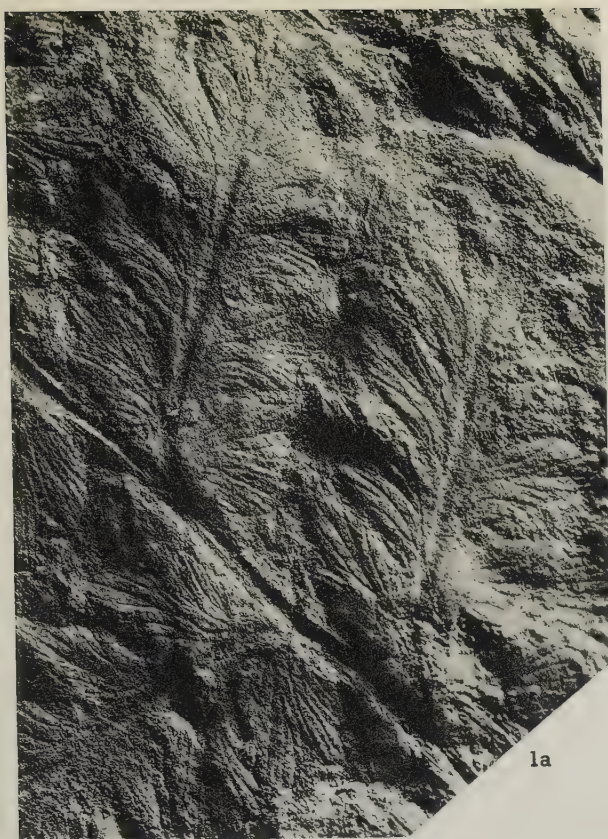
FIG. 1a. — Détail du précédent $\times 3$

FIG. 2. — *Mariopteris* cf. *mosana* STOCKMANS et WILLIÈRE

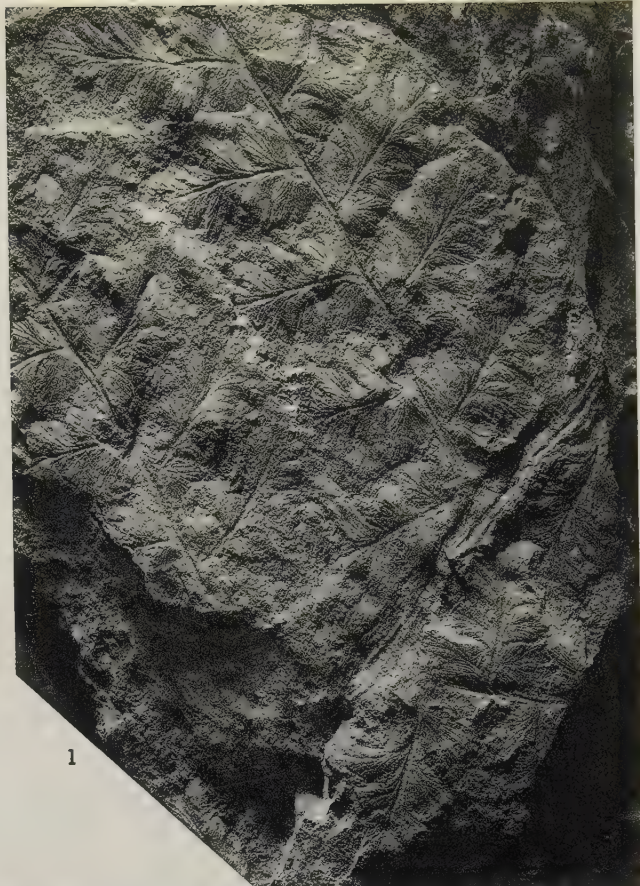
Provenance : col du Chardonnet
Gr. nat.

FIG. 3. — *Mariopteris* cf. *grandepinnata*

Provenance : Croix des Gardéoles
Gr. nat.



1a



1



2



3

PLANCHE XXXIII

PLANCHE XXXIII

FIG. 1. — *Mariopteris laciniata* POTONIE
Provenance : Grande Cîme (Névache) (Hautes-Alpes)
Gr. nat.

FIG. 1a. — Détail de l'échantillon précédent $\times 3$

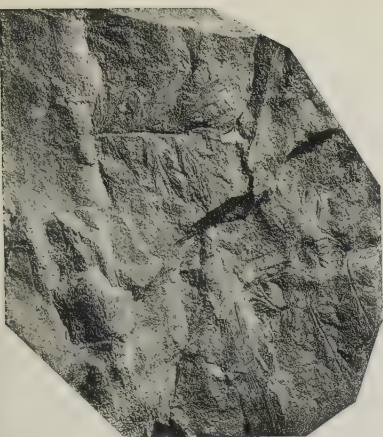
FIG. 2. — *Mariopteris laciniata* POTONIE
Provenance : Grande Cîme (Névache) (Hautes-Alpes)
Gr. nat.

FIG. 2a. — Même échantillon $\times 3$

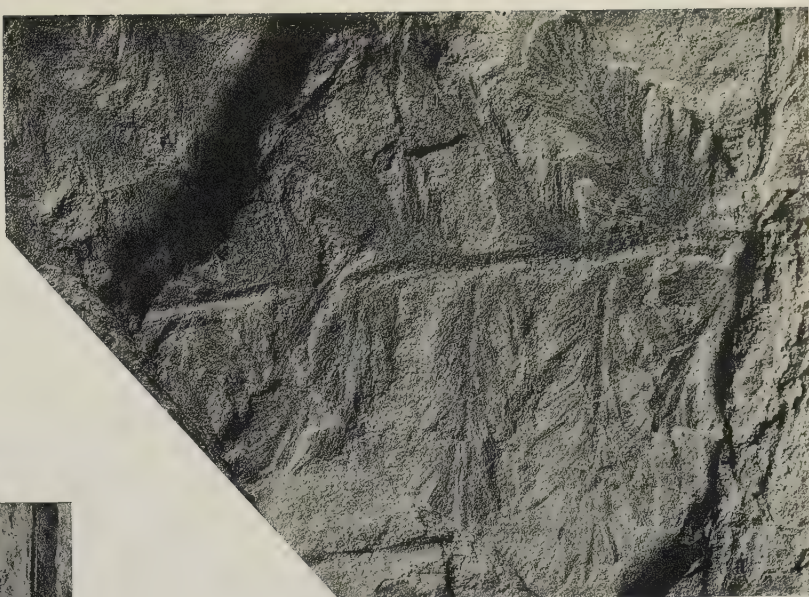
FIG. 3. — *Mariopteris laciniata* POTONIE
Provenance : Grande Cîme (Névache) (Hautes-Alpes)
Gr. nat.

FIG. 4. — *Mariopteris* (?) ou *Rhodea* cf. *pseudotenuissima* (?)
STOCKMANS et WILLIÈRE...?
Provenance : Grande Cîme (Névache)
Gr. nat.

FIG. 4a. — Même échantillon $\times 3$



1



2a



1a



2



3



4



4a

PLANCHE XXXIV

PLANCHE XXXIV

FIG. 1. — *Mariopteris rotundata* HUTH

Provenance : chemin des Muandes
(vallée de la Clarée) (Hautes-Alpes)
Gr. nat.

FIG. 1a. — Même échantillon $\times 3$

Extrémité de penne portant des fouets

FIG. 2. — *Mariopteris* cf. *laciniata*

Provenance : Puy Richard
Gr. nat.

FIG. 2a. — Même échantillon $\times 3$



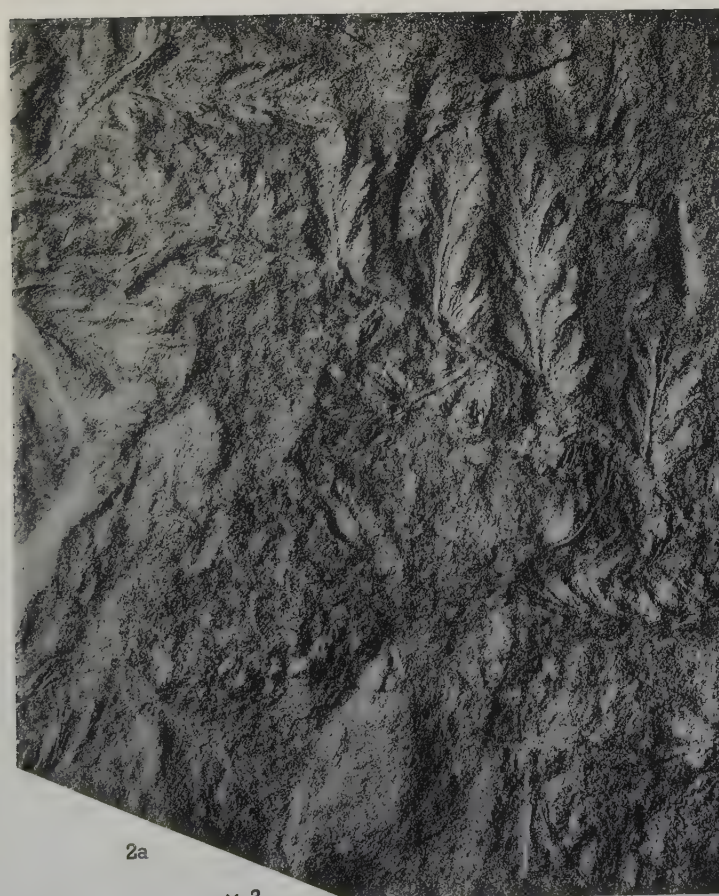
1a



1



2



2a

x 3

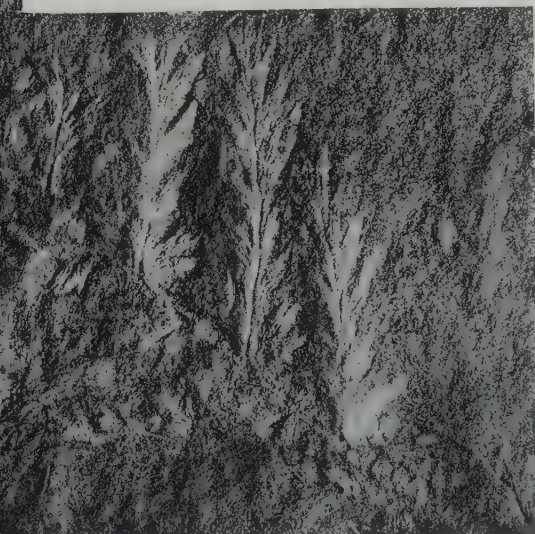


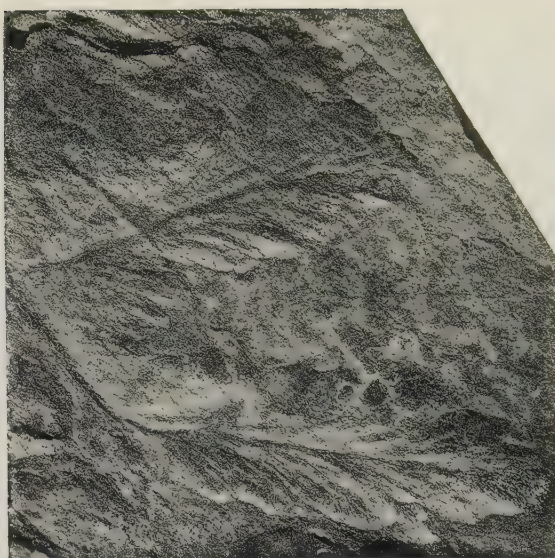
PLANCHE XXXV

PLANCHE XXXV

- FIG. 1. — *Mariopteris* cf. *laciniata* POTONIÉ
Provenance : $x = 937,3$; $y = 296,6$
Gr. nat.
- FIG. 2. — *Mariopteris* sp.
Provenance : Briançonnais
Détail de la fig. 1, Pl. XXXVI
 $\times 3$
- FIG. 3. — *Mariopteris* cf. *acuta* BRONGNIART
Provenance : Croix des Gardéoles
Gr. nat.
- FIG. 4. — *Sphenopteris* *schatzlarensis* STUR
Provenance : 500 m au Nord de Puy Richard
Echantillon de l'Ecole des Mines de Paris
Gr. nat.
- FIG. 4a. — Détail de l'échantillon précédent
 $\times 3$



4a



2



1



3



4

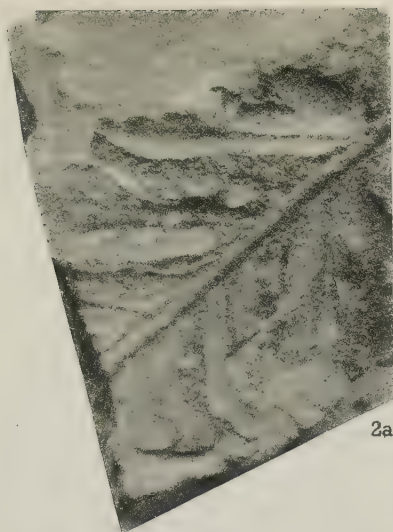
PLANCHE XXXVI

PLANCHE XXXVI

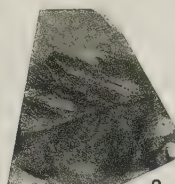
- FIG. 1. — *Mariopteris* sp.
Provenance : Briançonnais
Gr. nat.
- FIG. 2. — *Mariopteris acuta* BRONGNIART
var. *grandis* GOTHAN
Provenance : Ouest de la crête du Queyrelin, vallon de la Casse blanche
Gr. nat.
- FIG. 2a. — Même échantillon $\times 3$
- FIG. 3. — *Mariopteris acuta*
Provenance : Briançonnais
Gr. nat.
- FIG. 4. — *Mariopteris* cf. *mosana* STOCKMANS et WILLIÈRE
Provenance : Grande Cîme (Névache)
Gr. nat.
- FIG. 4a. — Détail de l'échantillon précédent $\times 3$
- FIG. 5. — *Mariopteris* (peut-être *acuta*)
Provenance : chemin du Lac Long
Gr. nat.



1



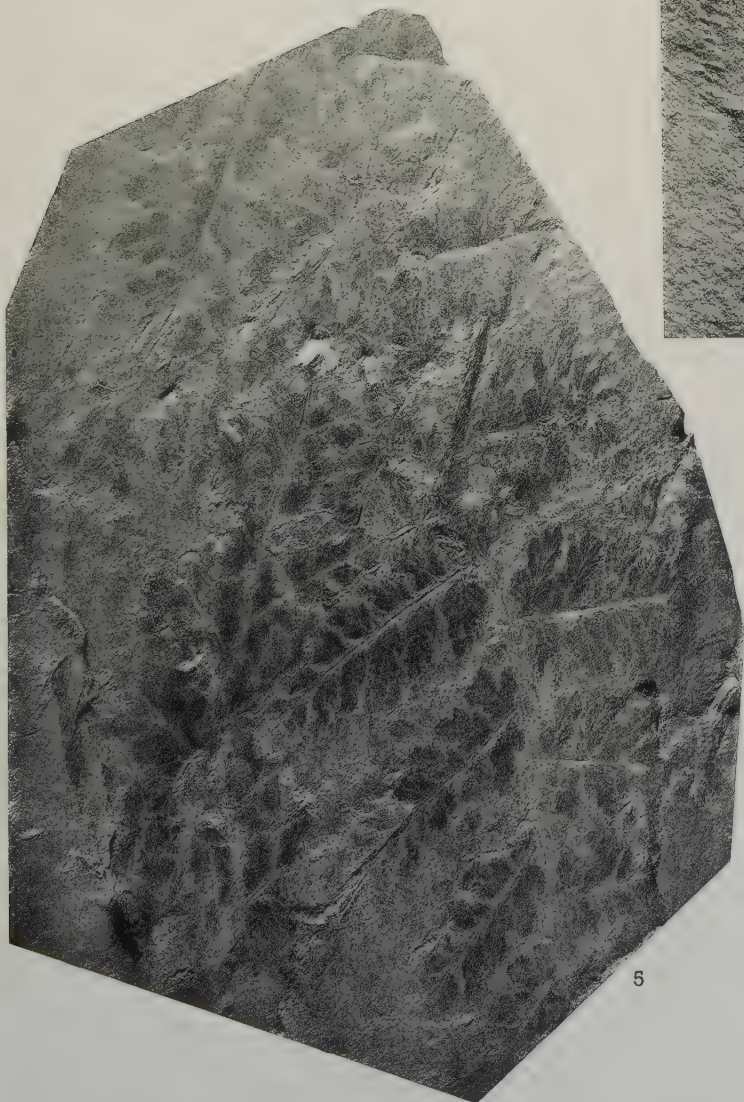
2a



2



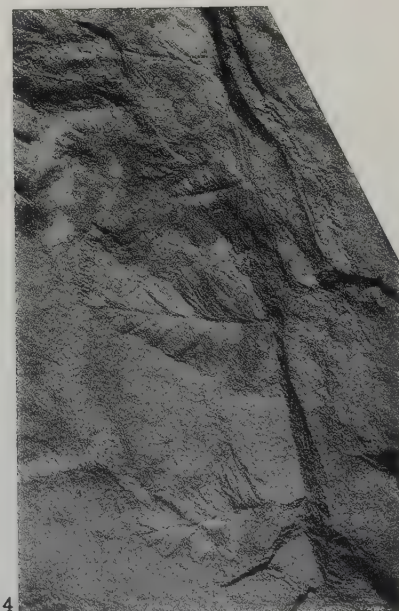
3



5



4a



4

PLANCHE XXXVII

FIG. 1. — *Corynepteris angustissima* STERNBERG

Fragment de penne de dernier ordre

Provenance : déblais de la mine des Verneys

Flanc ouest de la Sétaz, Valloire

x = 941,45, y = 323,57, z = 1750

Gr. nat.

FIG. 1a. — Même échantillon

Grossissement : $\times 3$

FIG. 2. — *Corynepteris angustissima* STERNBERG

Fragment de penne découvrant le rachis principal couvert de fines ponctuations

Provenance : déblais de la mine des Verneys

x = 941,45, y = 323,57, z = 1750

Gr. nat.

FIG. 2a. — Même échantillon

Grossissement : $\times 3$

FIG. 3. — *Corynepteris angustissima*

Fragment de penne de dernier ordre, pinnules montrant la nervation

Provenance : déblais de la mine des Verneys

x = 941,45, y = 323,57, z = 1750

Gr. nat.

FIG. 3a. — Même échantillon

Grossissement : $\times 6$

FIG. 4. — *Corynepteris Essinghi* ANDRAE

Provenance : vallée de Névache, crête des Muandes

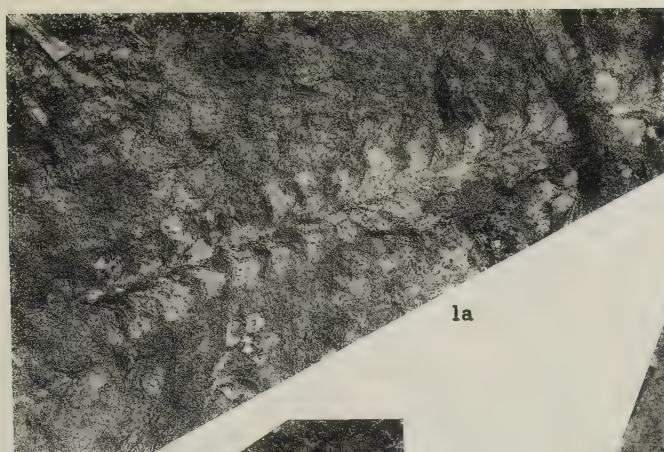
x = 930,25, y = 317,1, z = 2747

Gr. nat.

FIG. 4a. — *Corynepteris Essinghi* ANDRAE

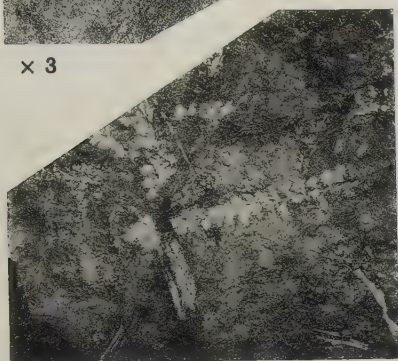
Fragment du même échantillon

Grossissement : $\times 3$



1a

x 3



1



x 3

4a



x 3

2a



2

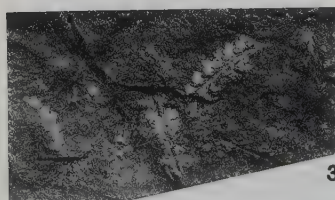


4



3a

x 6



3

PLANCHE XXXVIII

PLANCHE XXXVIII

FIG. 1. — *Discopteris Stockmansi* nov. sp. (penn. stérile)

Provenance : crête du Grand Vallon

Gr. nat.

FIG. 1a. — Même échantillon $\times 3$

FIG. 2. — *Discopteris Stockmansi* nov. sp.

Echantillon fructifié. Les trois pennes parallèles appartiennent, selon toute vraisemblance à une même plante, ce qui laisse supposer que cette fougère était au moins tripinnée.

Provenance : crête du Grand Vallon

Gr. nat.

FIG. 3. — *Discopteris Stockmansi* nov. sp.

Echantillon fructifié

Provenance : crête du Grand Vallon

Gr. nat.

FIG. 4. — *Rhodea* sp. (type 3)

Provenance : crête de Pasquier

Gr. nat.

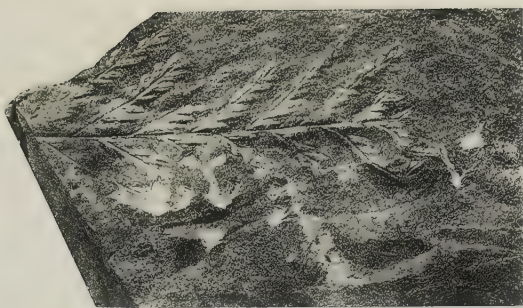
FIG. 4a. — Même échantillon $\times 3$

FIG. 5. — *Zeilleria Frenzi* STUR

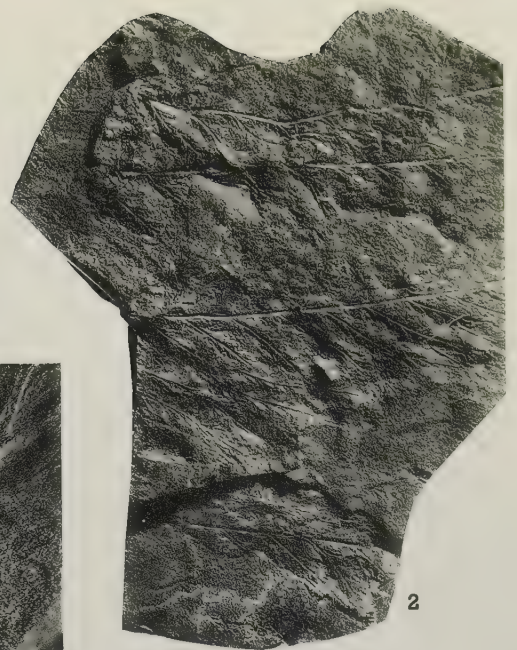
Provenance : mine de la Tour (échantillon de l'Ecole des Mines de Paris)

Gr. nat.

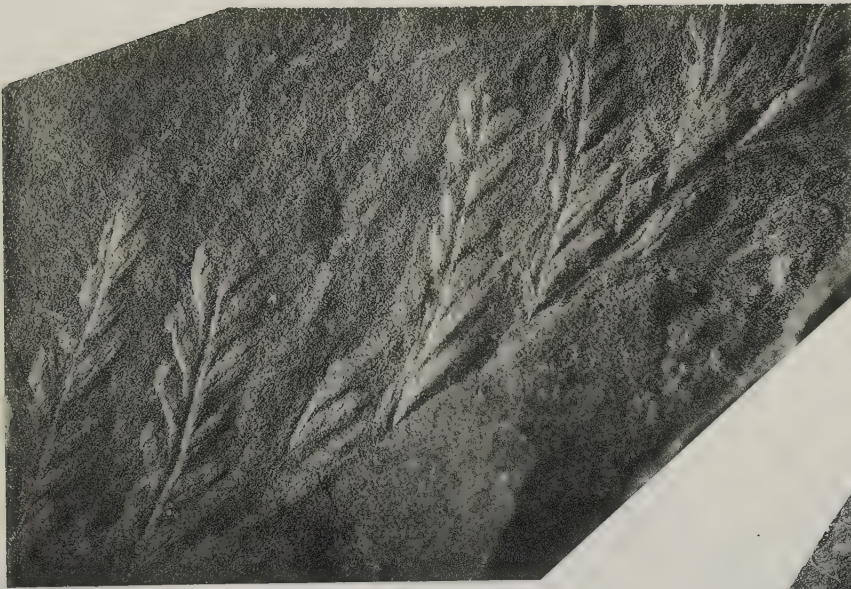
FIG. 5a. — Portion du même échantillon $\times 3$



1



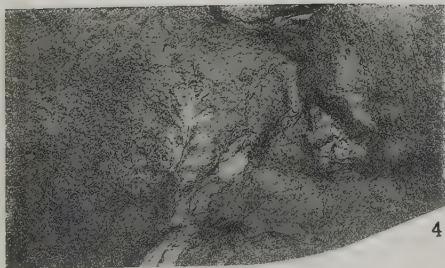
2



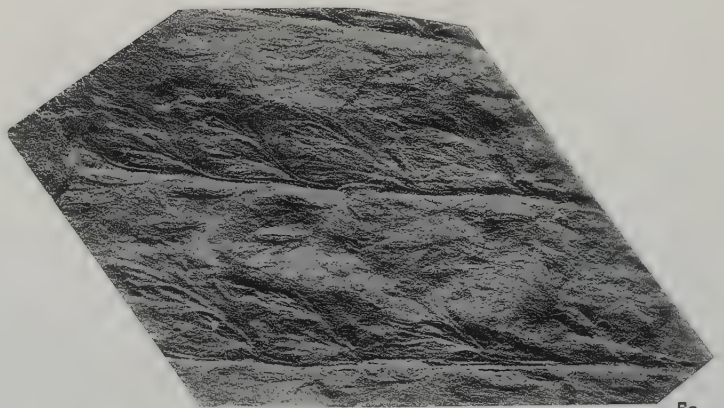
1a



3



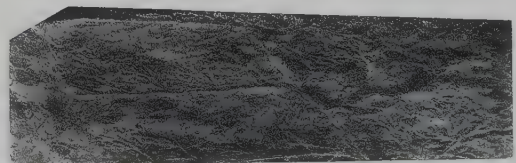
4



5a



4a



5

PLANCHE XXXIX

PLANCHE XXXIX

FIG. 1. — *Discopteris Stockmansi* nov. sp.

Fragment de penne fructifiée

La forme recourbée des pennes de dernier ordre est accidentelle

Provenance : crête du Grand Vallon

Gr. nat.

FIG. 1a. — Echantillon précédent $\times 5$ montrant des fructifications

FIG. 2. — *Discopteris Stockmansi* nov. sp.

Pennes fructifiées. On remarquera leur forme rectiligne.

Provenance : crête du Grand Vallon.

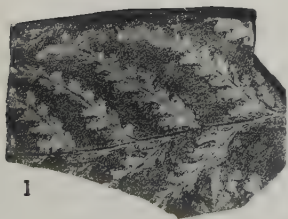
Gr. nat.

FIG. 2a. — Echantillon précédent $\times 3$

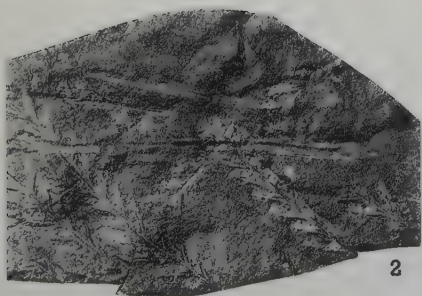


1a

x 5



1



2



2a

x 3

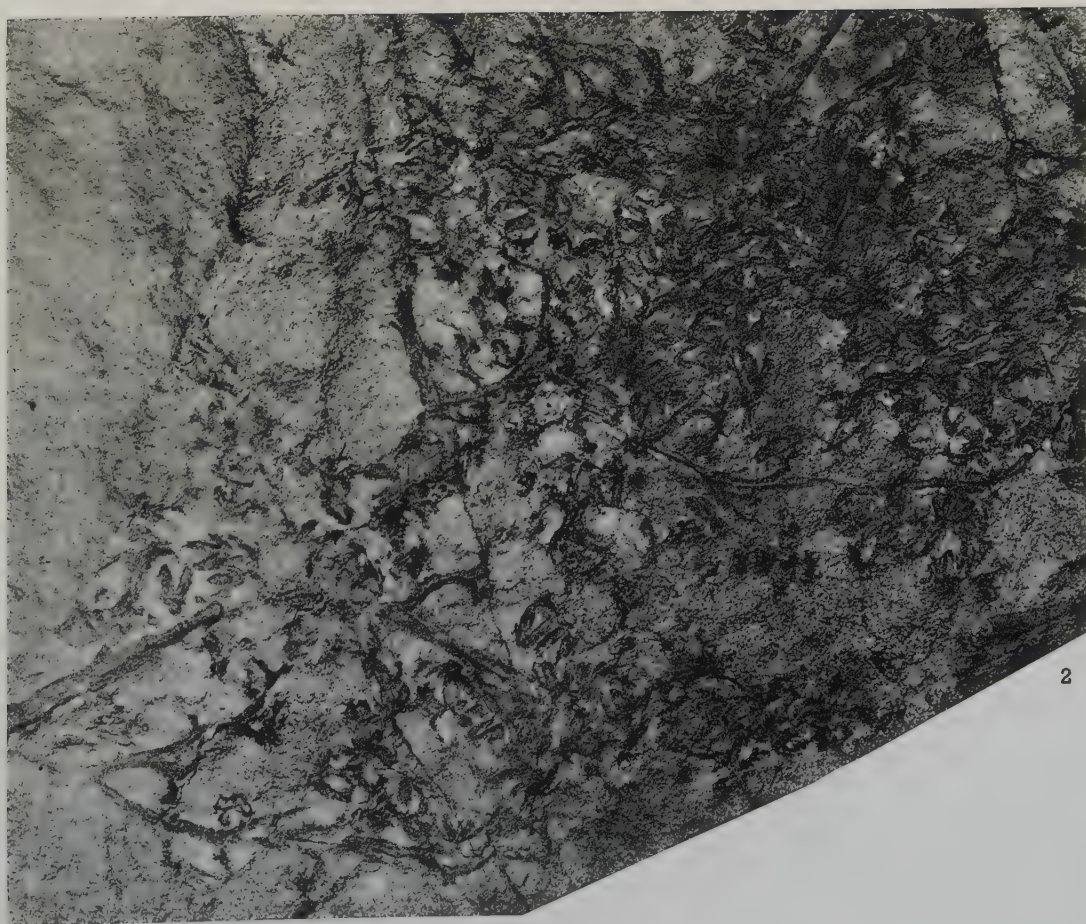
PLANCHE XL

PLANCHE XL

- FIG. 1. — Vue d'un échantillon de l'Ecole des Mines de Paris (N° V. 227)
Provenance : près du col du Chardonnet à 200 m du pied de l'Aiguillette, côté est
On y observe :
R. Rhodea moravica (fructifié) ETTINGSHAUSEN
M. Mariopteris cf. *acuta* BRONGNIART
P. Pecopteris plumosa ARTIS
L. Lepidophyllum lanceolatum LINDLEY et HUTTON
- FIG. 2. — Détail des fructifications de *Rhodea moravica*, à gauche de l'échantillon précédent
× 3



1



2

PLANCHE XLI

PLANCHE XLI

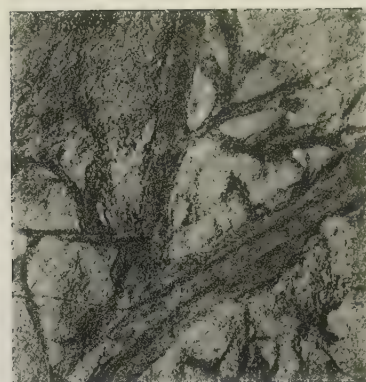
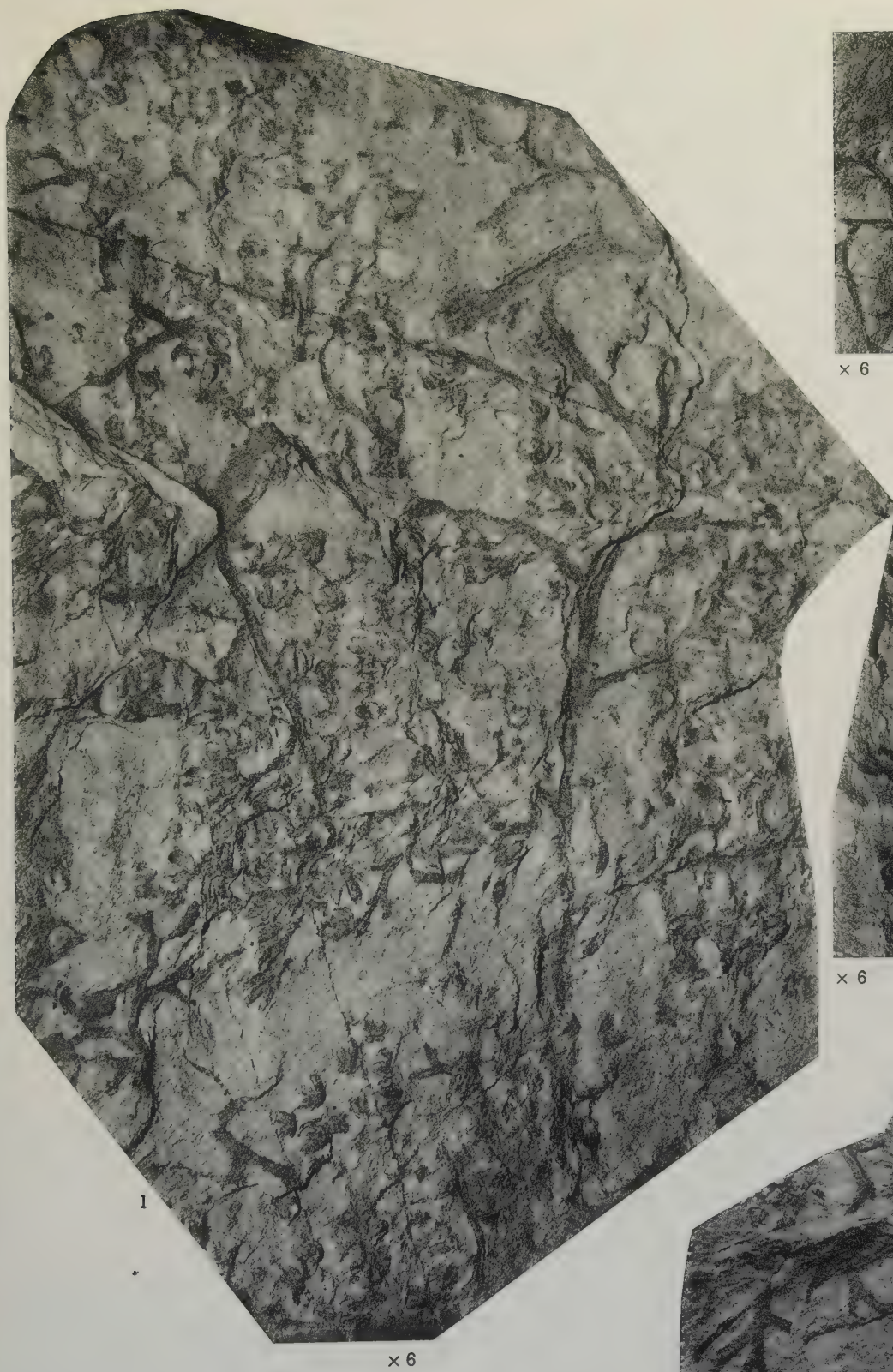
***RHODEA MORAVICA* ETTINGSHAUSEN**

Echantillon de l'Ecole des Mines de Paris (voir pl. XL, fig. 1)

Provenance : col du Chardonnet au pied de l'Aiguillette, côté est

FIG. 1. — Détail des fructifications ($\times 6$)

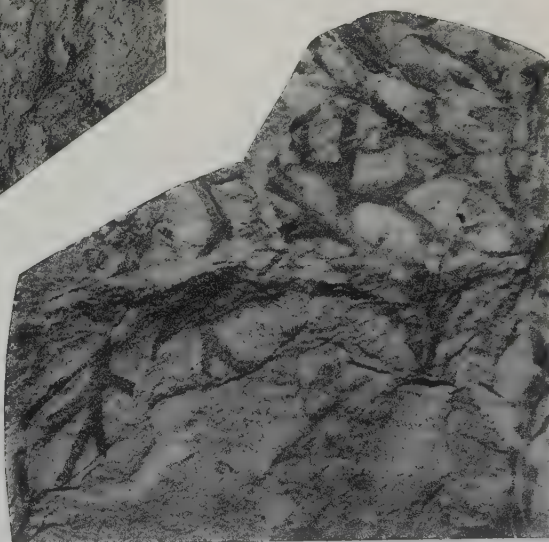
FIG. 2, 3, 6. — Pinnules stériles ($\times 6$)



2



3



4

PLANCHE XLII

PLANCHE XLII

FIG. 1. — *Rhodea* sp. (type n° 1)
Provenance : crête de Pasquier
Gr. nat.

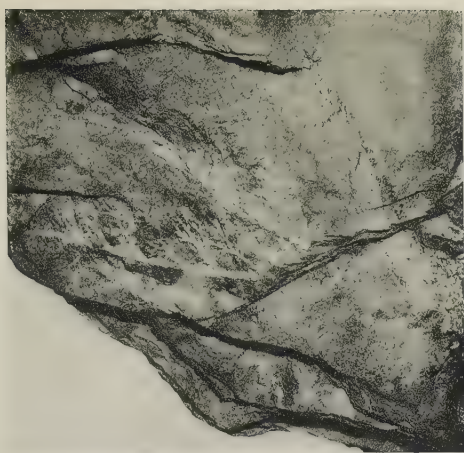
FIG. 1a. — Même échantillon $\times 3$

FIG. 2. — *Rhodea sparsa* KIDSTON
Provenance : crête de Pasquier
Gr. nat.

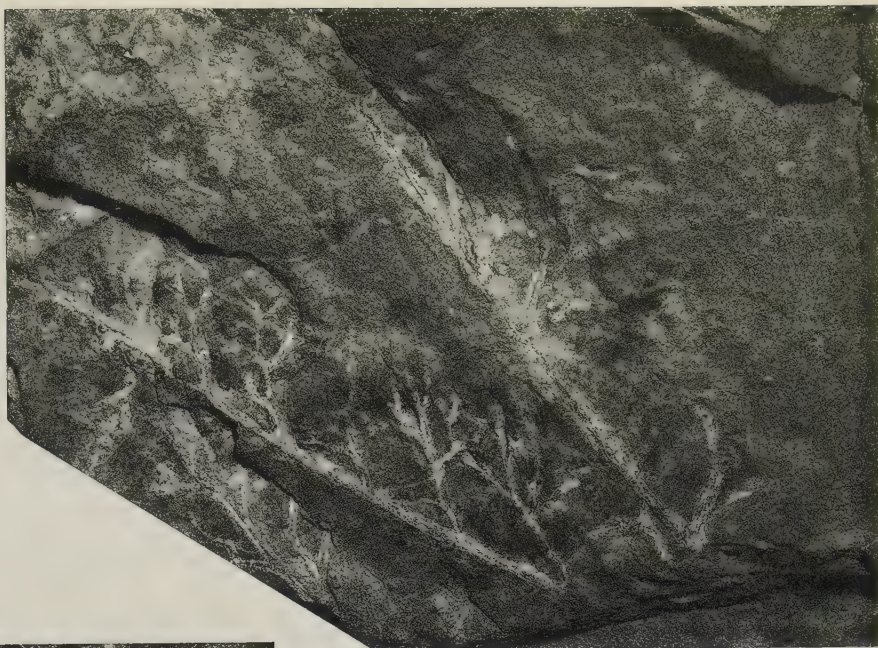
FIG. 2a. — Même échantillon $\times 3$

FIG. 3. — *Rhodea* sp. (type n° 2)
Provenance : crête de Pasquier
Gr. nat.

FIG. 3a. — Même échantillon $\times 3$



1



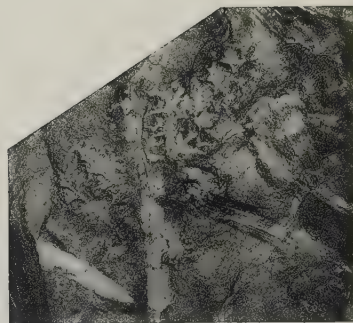
× 3

1a

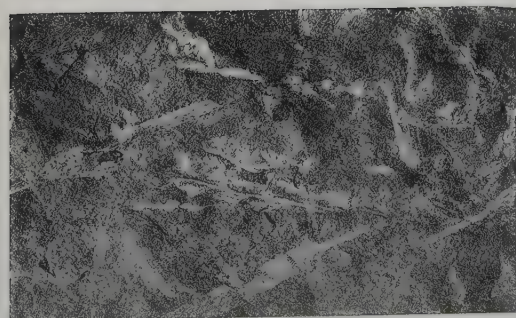


× 3

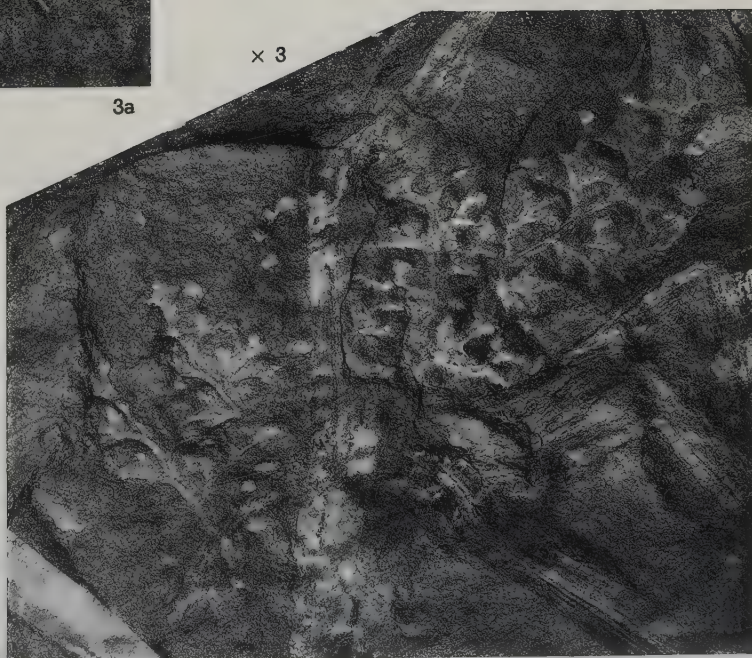
3a



2



3



2a

PLANCHE XLIII

PLANCHE XLIII

FIG. 1. — *Sphenopteris fragilis* SCHLOTHEIM

Provenance : flanc ouest du col du Chardonnet
Gr. nat.

FIG. 1a. — *Sphenopteris fragilis* SCHLOTHEIM

Même échantillon que le précédent $\times 3$, montrant la forme des pinnules

FIG. 1b. — *Sphenopteris fragilis* SCHLOTHEIM

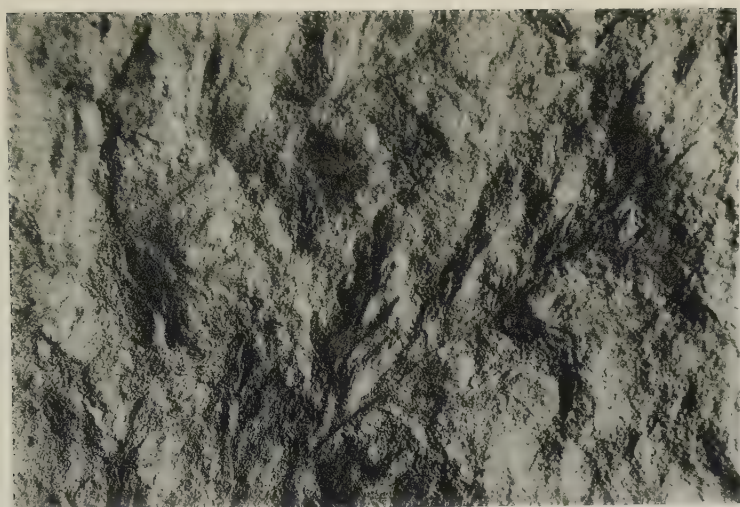
id. $\times 3$

Pinnule basilaire des penes de dernier ordre

FIG. 2. — *Sphenopteris (Calymmatotheca) Dubuissoni* BRONGNIART, (= *S. Stangeri auctor*)

Provenance : flanc ouest de la Crête du Grand Vallon
Gr. nat.

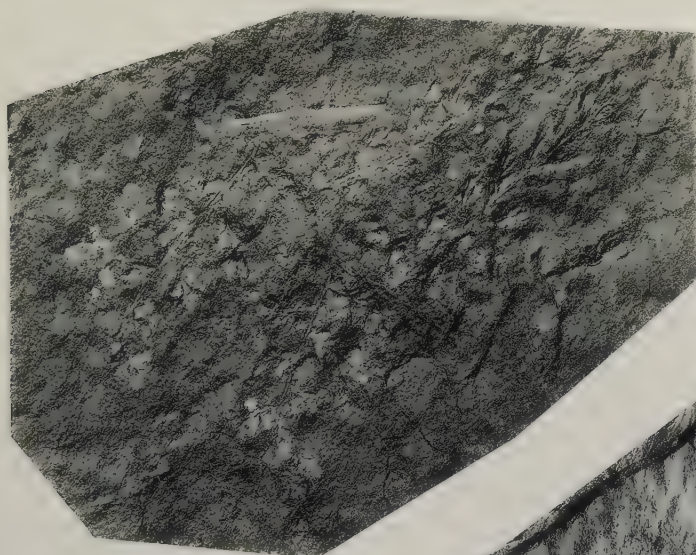
FIG. 2a. — Même échantillon $\times 3$



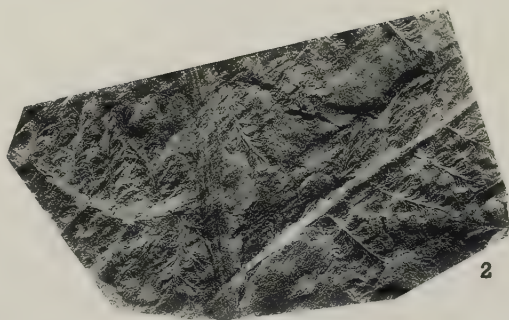
1a



1b



1



2



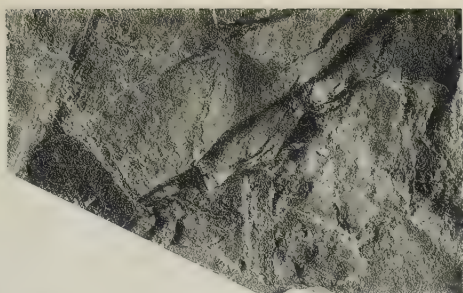
2a

× 3

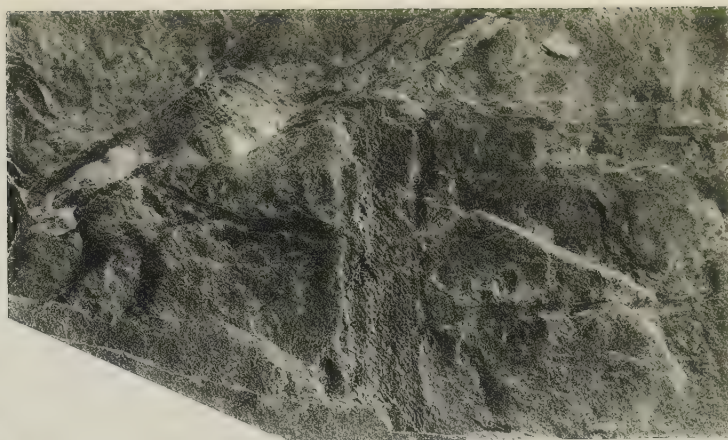
PLANCHE XLIV

PLANCHE XLIV

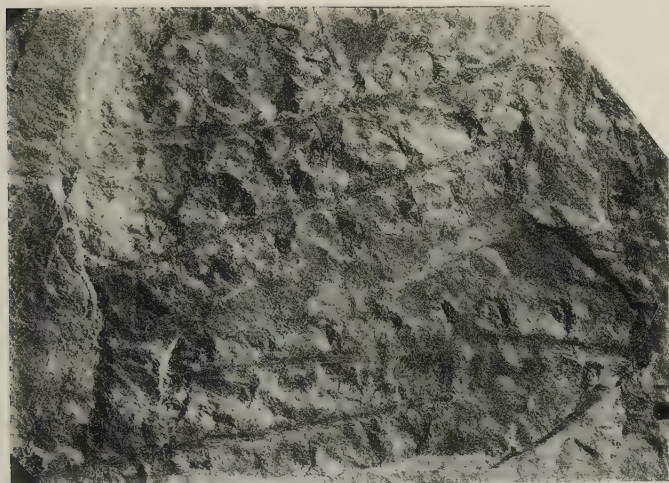
- FIG. 1. — *Sphenopteris Hoeninghausi* STUR
Provenance : cabane des Bergers, montagne de la Ponsonnière (Htes-Alpes)
Gr. nat.
- FIG. 1a. — Même échantillon $\times 3$
On peut observer le rachis épineux
- FIG. 2. — *Sphenopteris Hoeninghausi* STUR
Même provenance que le précédent
Gr. nat.
- FIG. 2a. — Même échantillon $\times 3$
- FIG. 3. — *Sphenopteris Brongniarti* STUR
Provenance : Flanc nord du col du Chardonnet
Gr. nat.
- FIG. 3a. — Même échantillon $\times 3$
- FIG. 4. — *Sphenopteris delicatula* STERNBERG
Provenance : crête de Pasquier
Gr. nat.
- FIG. 4a. — Même échantillon $\times 3$
- FIG. 5. — *Rhodea* sp.
Provenance : crête de Pasquier
Gr. nat.
- FIG. 5a. — Même échantillon $\times 3$



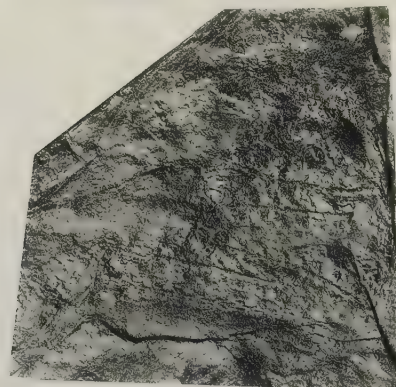
1



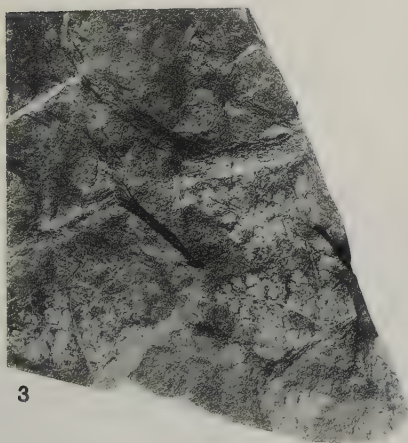
1a



2a



2



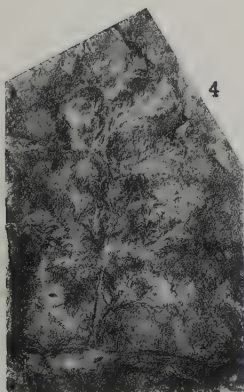
3



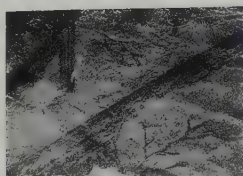
3a



4a



4



5



5a

PLANCHE XLV

PLANCHE XLV

- FIG. 1. — *Alethopteris lonchitifolia* P. BERTRAND
Provenance : mine de la Buffa (Maurienne)
Gr. nat.
- FIG. 1a. — id. $\times 3$
On peut y observer la fine nervation, avec ses nervures secondaires rectilignes qui arrivent perpendiculairement au bord du limbe
- FIG. 2. — *Alethopteris Grandini* ZEILLER (non BRONGNIART)
Provenance : lac de La Loze, près de Courchevel
Gr. nat.
- FIG. 2a. — id. $\times 3$
La nervation n'est pas visible. On remarquera la forme très arrondie du sommet des pinnules.
- FIG. 3. — *Odontopteris* cf. *Brardi* BRONGNIART
Provenance : Lac de La Loze, près de Courchevel
Gr. nat.
- FIG. 3a. — id. $\times 3$
La nervation n'est pas visible, l'échantillon étant très sériciteux
- FIG. 4. — *Odontopteris* sp.
Provenance : La Loze
Gr. nat.
- FIG. 5. — *Odontopteris* sp.
Provenance : lac de la Loze
- FIG. 6. — *Pecopteris cyatheoides*
Provenance : lac de La Loze
Gr. nat.
- FIG. 7. — cf. *Dicksonites Plückeri*
Provenance : lac de La Loze
Gr. nat.
- FIG. 8. — *Dicksonites* cf. *Sterzeli* ZEILLER
Provenance : lac de La Loze
(assise de Courchevel)
Gr. nat.



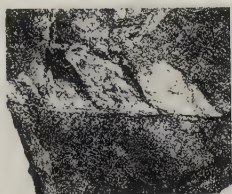
1a



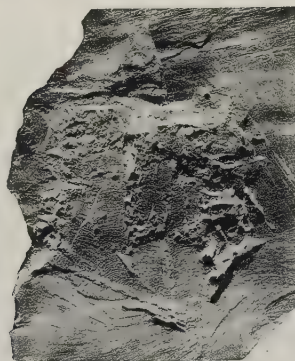
2



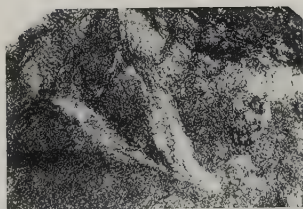
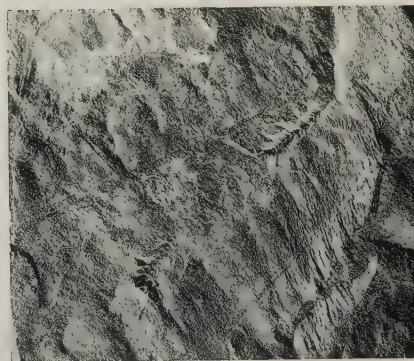
4



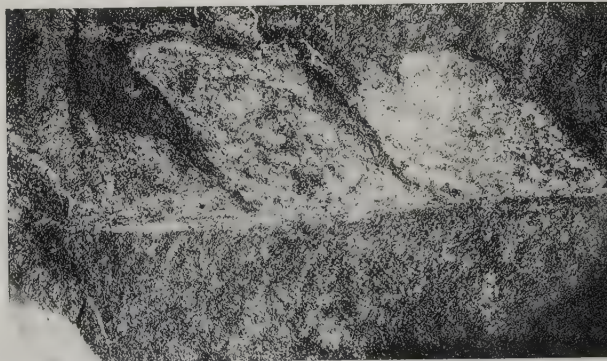
3



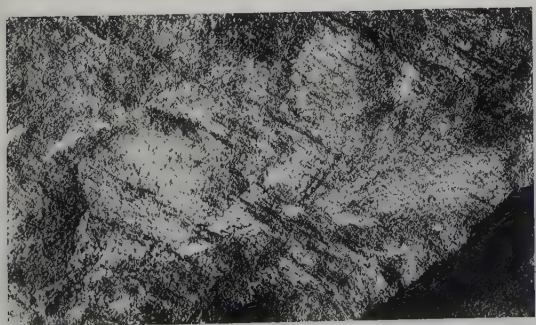
1



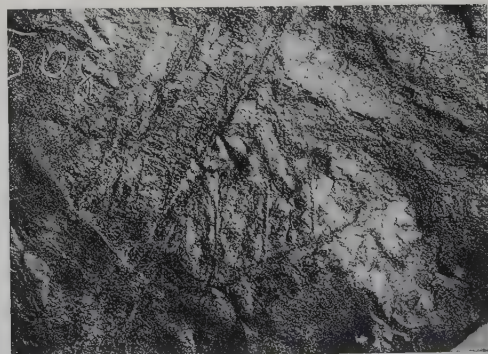
5



6



7



8

PLANCHE XLVI

PLANCHE XLVI

FIG. 1. — *Lepidodendron lycopodioides* STERNBERG

Provenance : Croix des Gardéoles
Gr. nat.

FIG. 1a. — Même échantillon $\times 3$

FIG. 2. — *Lepidodendron obovatum* STERNBERG

Provenance : flanc est du col de La Madeleine
Gr. nat.

FIG. 3. — *Lepidodendron obovatum* STERNBERG

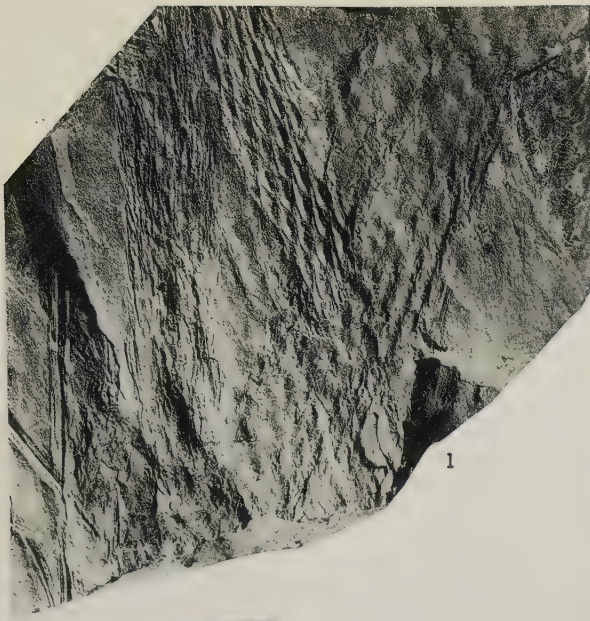
Provenance : crête du Châtelard
Gr. nat.

FIG. 4. — *Lepidodendron lycopodioides* STERNBERG

Provenance : chemin des Muandes
Gr. nat.

FIG. 5. — *Lepidodendron lycopodioides* STERNBERG

Provenance : crête de la Guyeta, Névache
Gr. nat.



× 3

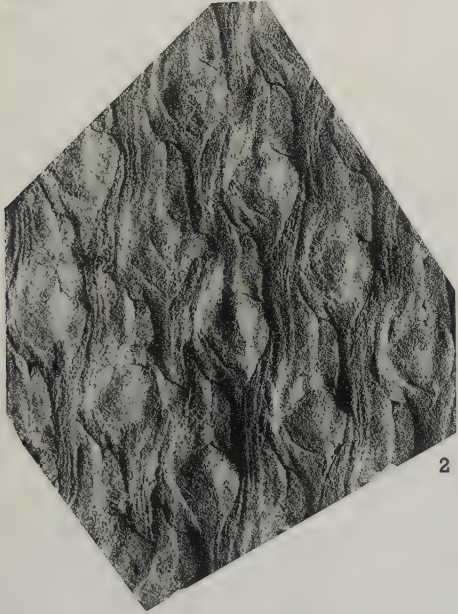


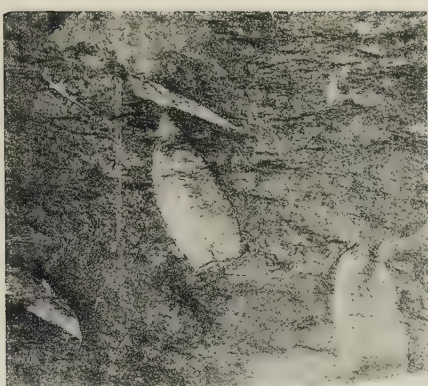
PLANCHE XLVII

PLANCHE XLVII

- FIG. 1. — *Sigillariaephyllum* sp.
Provenance : en éboulis sous le col de Névache
Gr. nat.
- FIG. 2. — *Lepidophyllum* sp.
Provenance : chemin du Lac Long
Gr. nat.
- FIG. 3. — *Lepidophyllum* cf. *majus*
Provenance : roche des Marches
Gr. nat.
- FIG. 4. — *Lepidophyllum* sp.
Provenance : Maurienne
Gr. nat.
- FIG. 5. — *Lepidophyllum lanceolatum* LINDLEY et HUTTON
Provenance : crête de Pasquier
Gr. nat.
- FIG. 6. — *Lepidophyllum lanceolatum* LINDLEY et HUTTON
Verticille de *Lepidophyllum* montrant les variations de taille que peuvent présenter ces organes provenant d'une même plante
Provenance : sondage de Varsberg (Sarre et Lorraine)
Gr. nat.
- FIG. 7. — *Lepidophyllum* sp. (2^e type)
Provenance : Briançonnais
Gr. nat.



1



2



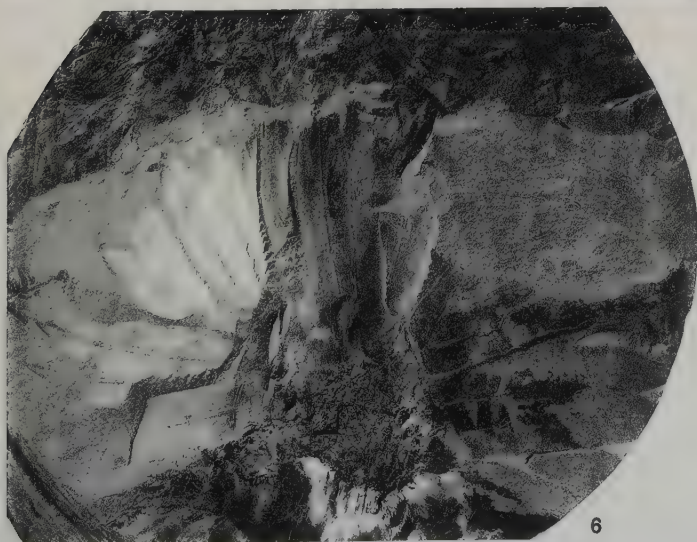
3



5



4



6



7

PLANCHE XLVIII

PLANCHE XLVIII

- FIG. 1. — *Asterophyllites grandis* STERNBERG
Provenance : crête de Pasquier
Gr. nat.
- FIG. 2. — *Asterophyllites equisetiformis* SCHLOTHEIM
form. *Schloteimi* JONGMANS
Provenance : Le Mennet (Tarentaise)
Gr. nat.
- FIG. 3. — *Asterophyllites equisetiformis* SCHLOTHEIM
Provenance : en éboulis, sous le col de Névache, versant Muandes
Gr. nat.
- FIG. 4. — *Asterophyllites grandis* STERNBERG
Provenance : crête de Pasquier
Gr. nat.
- FIG. 5. — Fragment de *Calamites*, sp.
Provenance : Grande Cîme (Névache)
Il semble que les côtes sont en continuité de part et d'autre d'un nœud.
Gr. nat.
- FIG. 6. — Fragment de *Calamites* sp.
Provenance : Briançonnais
D'un côté de l'échantillon, les côtes sont ondulées et pourraient faire rapporter cet échantillon à *C. undulatus*, mais il s'agit d'un accident dû à la macération de la tige.



1



2



4



3



5



6

PLANCHE XLIX

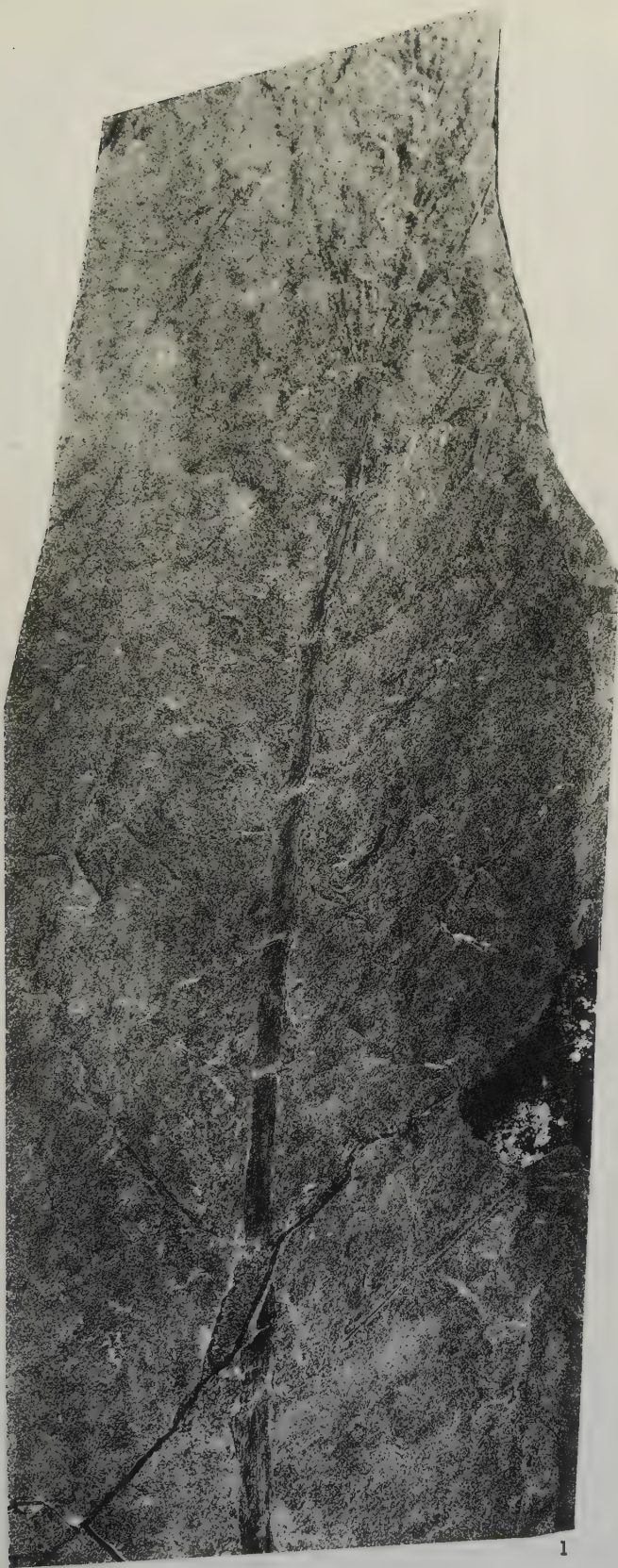
PLANCHE XLIX

FIG. 1. — *Asterophyllites longifolius* STERNBERG

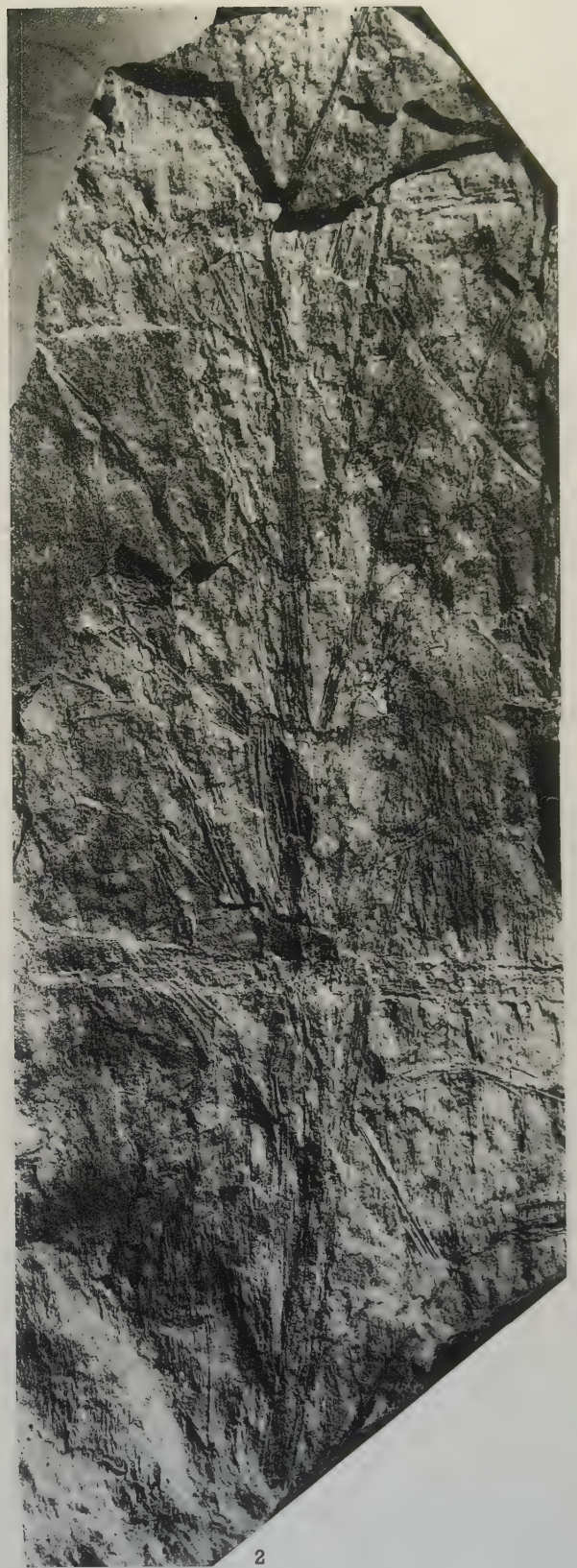
Provenance : à l'est de la pointe de Névache, en crête. Altitude 2 800 m.
Gr. nat.

FIG. 2. — *Asterophyllites longifolius* (var. *stricta*)

Provenance : éboulis au pied du col de Névache, versant Névache (Htes-Alpes)
Gr. nat.



1



2

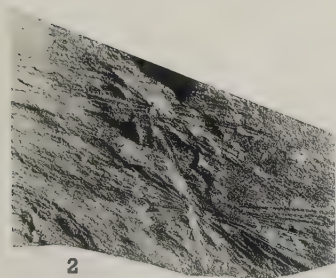
PLANCHE L

PLANCHE L

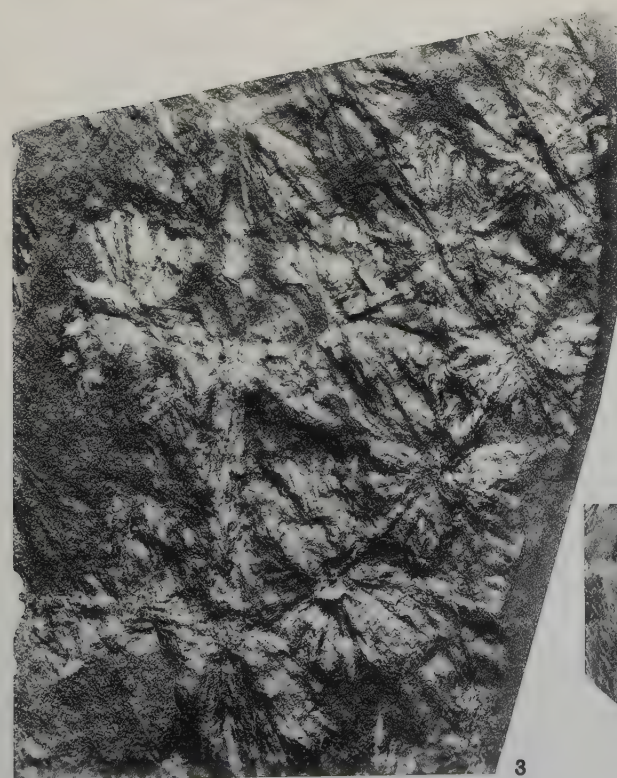
- FIG. 1. — *Annularia stellata* SCHLOTHEIM
Provenance : chalets des Rateaux (Maurienne)
Gr. nat.
- FIG. 2. — *Annularia stellata* SCHLOTHEIM
Provenance : ravin de la Salla (Tarentaise)
Gr. nat.
- FIG. 3. — *Annularia stellata* SCHLOTHEIM
Provenance : Le Mennet (Tarentaise)
Gr. nat.
- FIG. 4. — *Sphenophyllum oblongifolium* GERMAR et KAULFUSS
Provenance : ravin de la Salla (Tarentaise)
Gr. nat.
- FIG. 4a. — Même échantillon $\times 3$
- FIG. 5. — *Asterophyllites charaeformis* STERNBERG
Provenance : ravin de la Maulette (Briançonnais)
Gr. nat.
- FIG. 5a. — Même échantillon $\times 3$



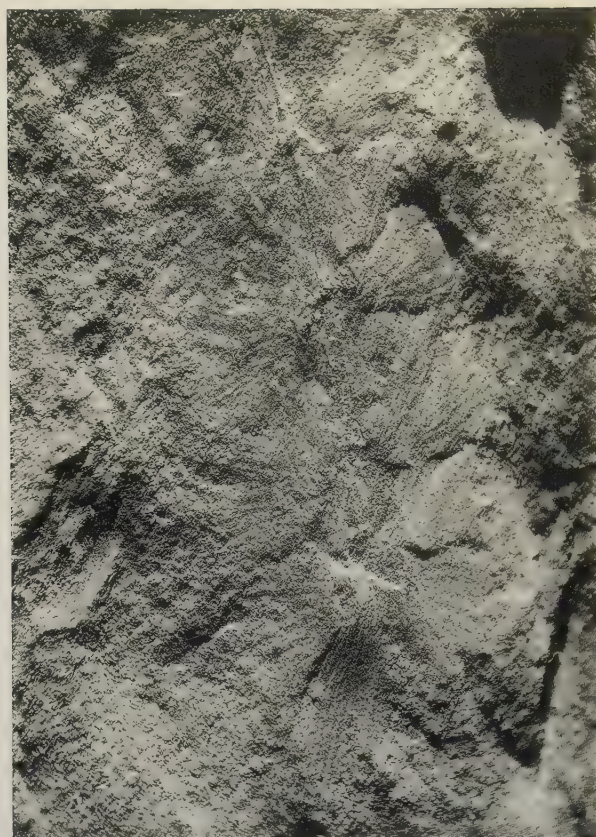
1



2



3

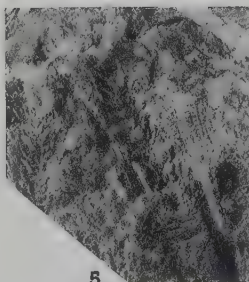


x 3

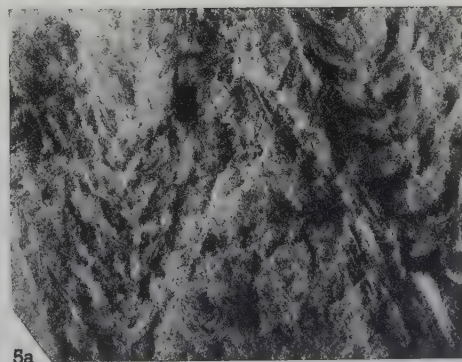
4a



4



5



5a

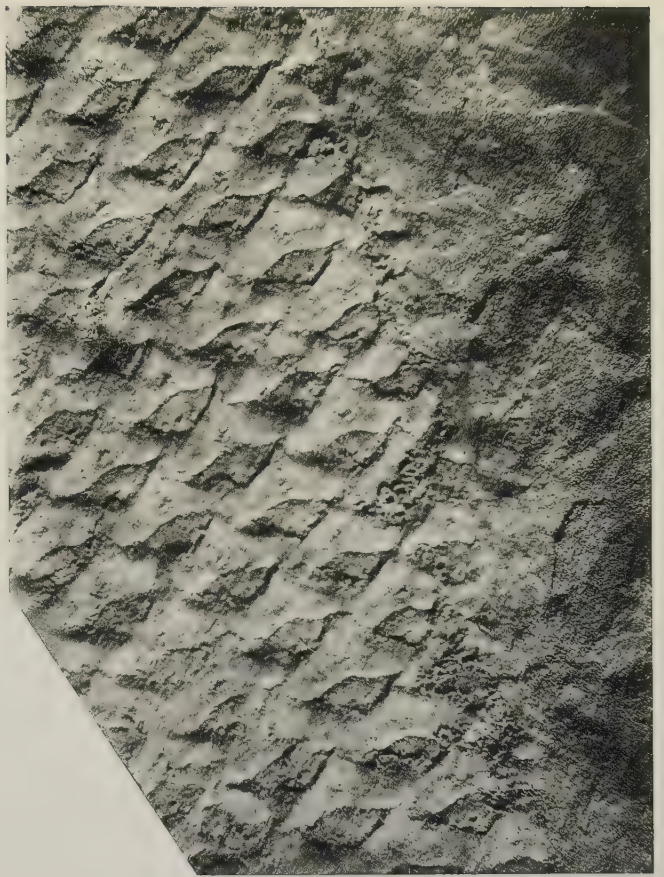
PLANCHE LI

PLANCHE LI

- FIG. 1. — *Lepidophloios laricinius* STERNBERG
Provenance : mine de la Benoite
Gr. nat.
- FIG. 2. — *Lepidophloios laricinius* STERNBERG
Provenance : mine de la Benoite
× 3
- FIG. 3. — *Lepidophloios laricinius* STERNBERG
Provenance : Croix des Gardéoles
Gr. nat.
- FIG. 4. — *Lepidodendron obovatum* STERNBERG
Provenance : flanc nord de la Croix des Gardéoles
Gr. nat.
- FIG. 5. — *Stigmaria ficoides* BRONGNIART
Provenance : mine de la Buffa (Maurienne)
Gr. nat.



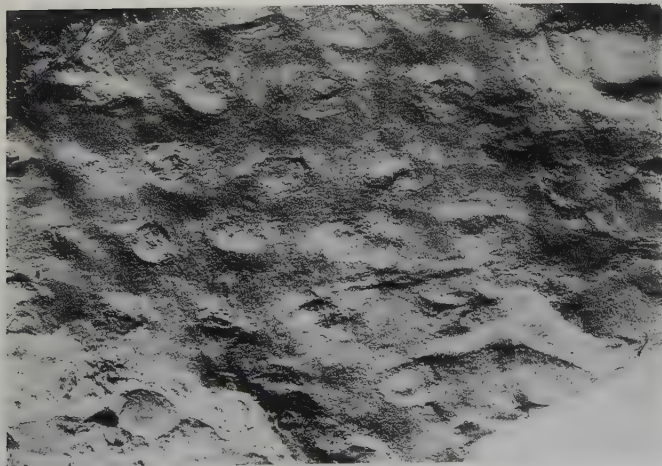
1



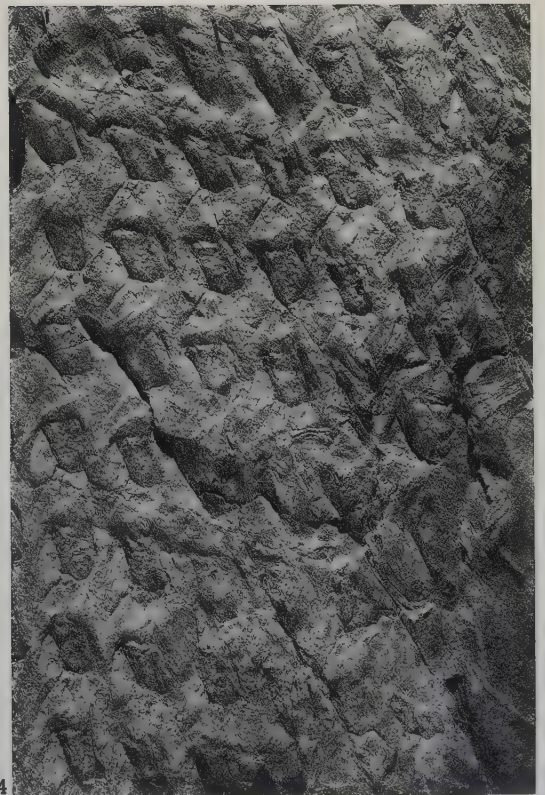
2



3



5



4

PLANCHE LII

PLANCHE LII

FIG. 1. — *Sigillaria* cf. *cancriformis* WEISS
Provenance : crête du Grand Vallon
Gr. nat.

FIG. 1a. — Même échantillon $\times 3$

FIG. 2. — *Sigillaria* sp.
Provenance : crête du Grand Vallon
Gr. nat.

FIG. 3. — Même échantillon $\times 3$

FIG. 4. — *Sigillaria communis* KOEHNE
Provenance : crête du Châtelard
Gr. nat.

FIG. 5. — *Sigillaria* sp.
Provenance : crête de la Benoite
Gr. nat.

FIG. 5a. — Même échantillon $\times 3$

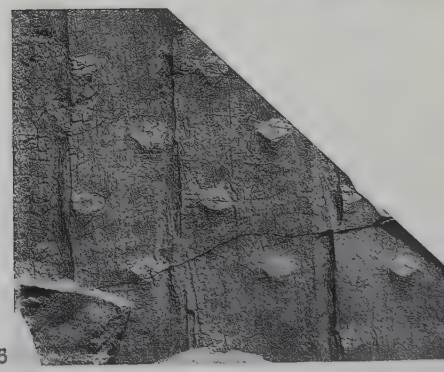
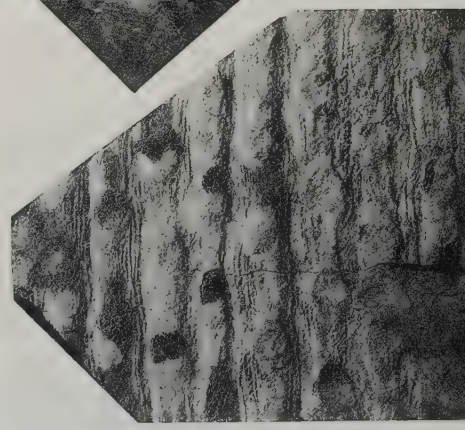
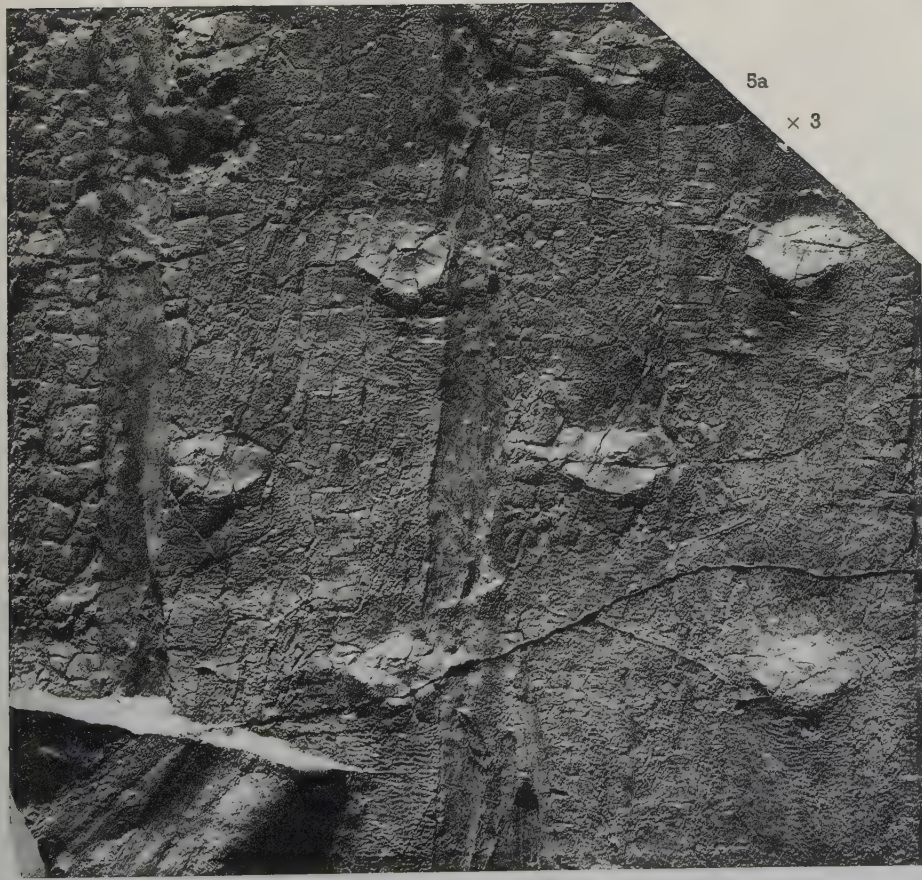
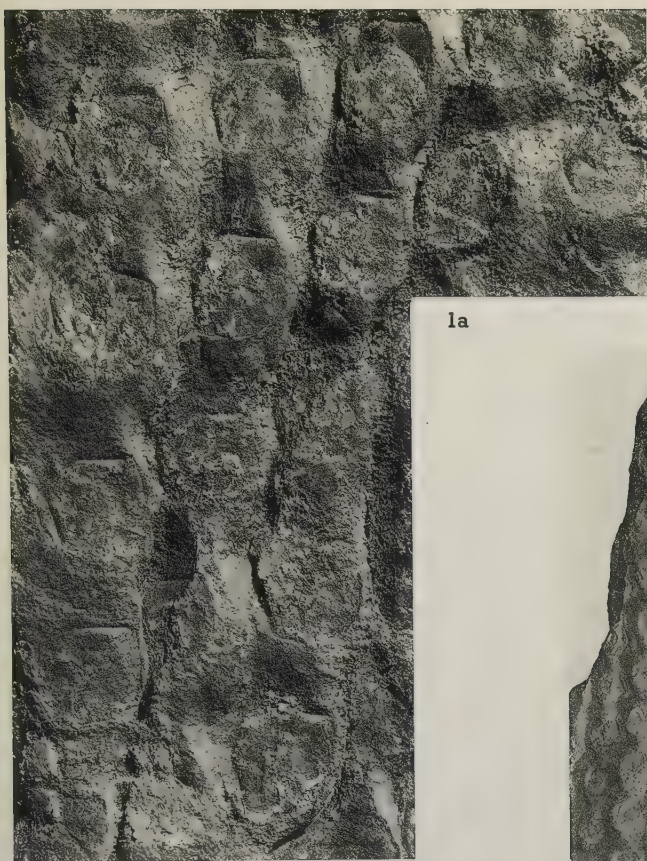


PLANCHE LIII

PLANCHE LIII

FIG. 1. — *Sigillaria polyploca* BOULAY

Forme lisse

Provenance : en éboulis, sous la crête des Muandes, au-dessus du lac Lorry (vallée de la Clarée) (Hautes-Alpes)

Gr. nat.

FIG. 1a. — Détail de *Sigillaria polyploca* BOULAY

× 3

FIG. 2. — *Sigillaria* sp.

Cicatrices semblables à celles de *S. polyploca* et *S. communis*

A rapprocher de *Sigillaria gracilis* BRONGNIART et *S. polleriana*

Provenance : crête de la Benoite, vers 2 810 m

FIG. 3. — *Sigillaria polyploca* BOULAY var. *ornata*

Provenance : crête du Chardonnet

× 3

FIG. 3a. — Détail du précédent × 3

FIG. 4. — *Sigillaria polyploca* BOULAY var. *striata*

Provenance : Grande Cîme, Névache

× 3

FIG. 5. — *Sigillaria elegans* STERNBERG

Provenance : crête du Châtelard

Gr. nat.

FIG. 5a. — *Sigillaria elegans* STERNBERG

Provenance : crête du Châtelard

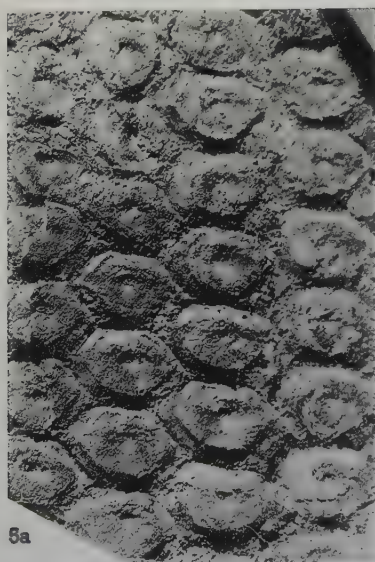
× 3



1a



6



5a



2



1



5



3



3a



4

PLANCHE LIV

PLANCHE LIV

FIG. 1. — *Stigmaria rugulosa* GOTHAN

Provenance : en éboulis, sous le col de Névache
Gr. nat.

FIG. 2. — *Syringodendron cyclostigma* BRONGNIART

Provenance : mine de L'Argentière
Gr. nat.

FIG. 3. — *Sigillaria* cf. *venosa* BRONGNIART

Provenance : crête du Grand Vallon vers 2 400 m
× 3

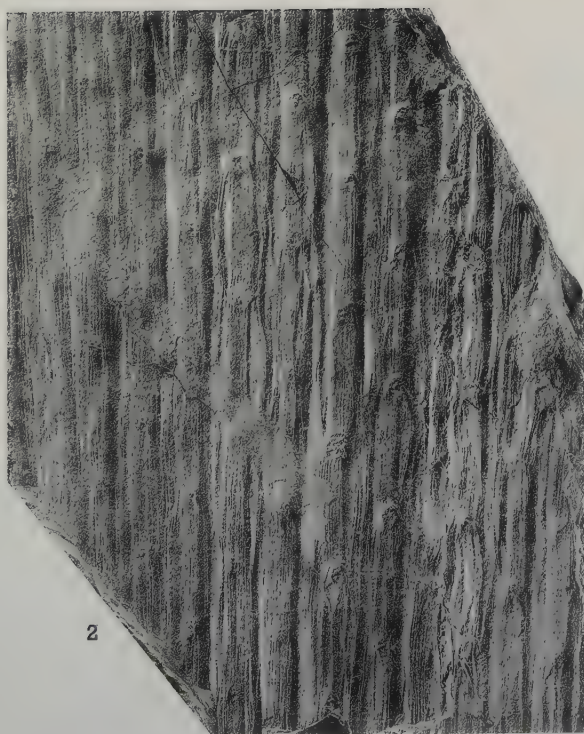
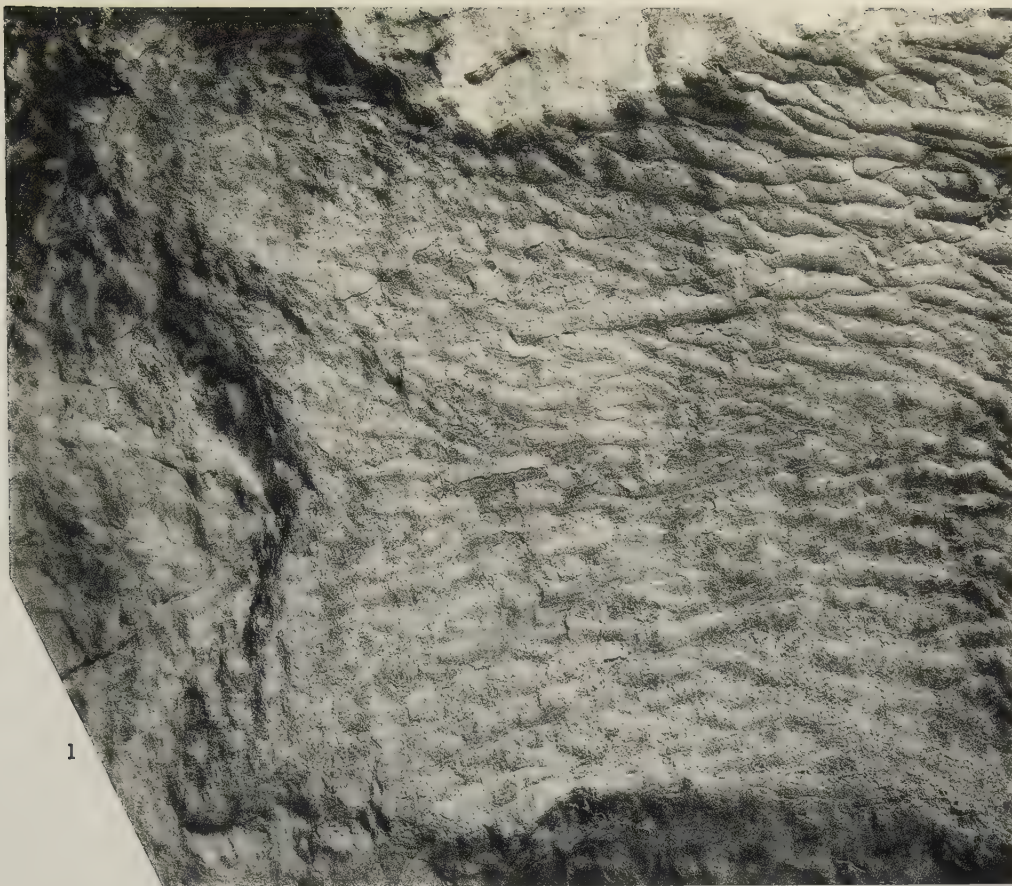


PLANCHE LV

PLANCHE LV

- FIG. 1. — Traces énigmatiques (peut-être *Pinnularia* ?)
Provenance : chalets des Râteaux
Gr. nat.
- FIG. 2. — Traces énigmatiques (peut-être *Pinnularia* ?)
Provenance : chalets des Râteaux
Gr. nat.
- FIG. 3. — *Dorycordaites* aff. GRAND'EURY
A droite de l'échantillon, une grosse tige carbonisée montre la disjonction
polyédrique de la matière charbonneuse.
Provenance : chalets des Râteaux
Gr. nat.
- FIG. 4. — *Calamites Cisti* BRONGNIART
Provenance : route de Villarlurin
Gr. nat.



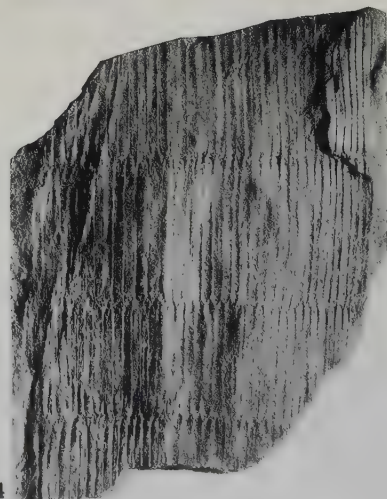
1



2



3



4

PLANCHE LVI

PLANCHE LVI

FIG. 1. — *Pecopteris* cf. *Platoni* GRAND'EURY

Provenance : sondage de Barles

Prof. 88,20 m

Gr. nat.

FIG. 1a. — id. détail de la nervation

FIG. 1b. — id. détail de la nervation

FIG. 2. — *Pecopteris* cf. *Platoni* GRAND'EURY

Provenance : sondage de Barles

Prof. : 88 m

Gr. nat.

FIG. 3. — *Dicksonites* cf. *Sterzeli* ZEILLER

Provenance : lac de la Girotte

Gr. nat.



1



1a

× 3



1b

× 3



2



3

PLANCHE LVII

PLANCHE LVII

FLORE DU SONDAGE DE BARLES

- FIG. 1. — *Pecopteris densifolia* GOEPPERT
Provenance : sondage de Barles
Prof. : 378 m
Gr. nat.
- FIG. 2. — *Sphenopteris* sp.
Prof. : 303 m
Gr. nat.
- FIG. 3. — *Odontopteris minor Zeilleri* POTONIE
Forme à très petites pinnules
Prof. : 145,55 m
Gr. nat.
- FIG. 4. — *Neuropteris Planchardi* ZEILLER
Prof. : 307 m
Gr. nat.
- FIG. 5. — *Odontopteris minor Zeilleri* POTONIE
Prof. : 373,20 m
Gr. nat.
- FIG. 6. — *Asterophyllites equisetiformis*
Forme *Schlotheimi* JONGMANS
Prof. : 131 m
Gr. nat.
- FIG. 7. — *Alethopteris Grandini* ZEILLER non BRONGNIART
Prof. : 404 m
Gr. nat.



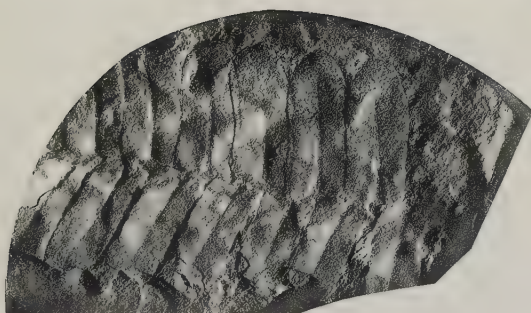
1



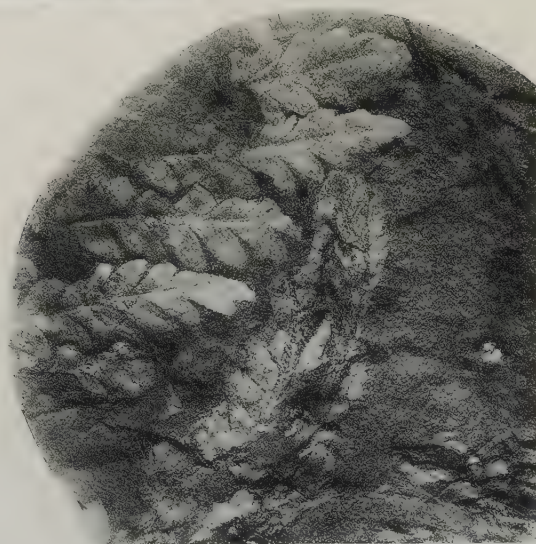
2



3



4



5



6



7

PLANCHE LVIII

PLANCHE LVIII

FLORE DU SONDAGE DE BARLES (Basses-Alpes)

FIG. 1. — *Sphenopteris obtusiloba* BRONGNIART

Prof. : 176,20 m

Gr. nat.

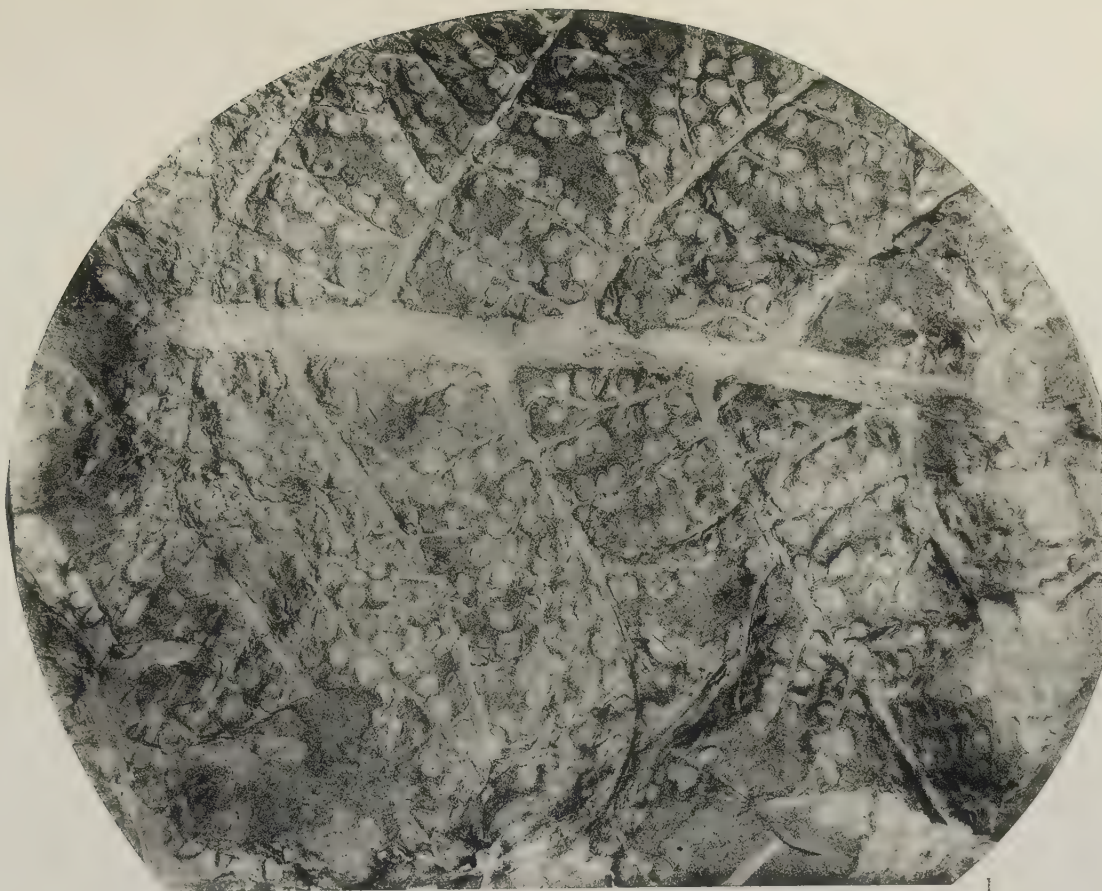
FIG. 2 et 3. — *Sigillaria Brardi* BRONGNIART

Ces deux figures représentent les deux faces d'une même tige ou rameau.

La fig. 2 montre la forme *S. Menardi* BRONGNIART, l'autre (fig. 3) la forme *S. spinulosa* GERMAR

Prof. : 154 m

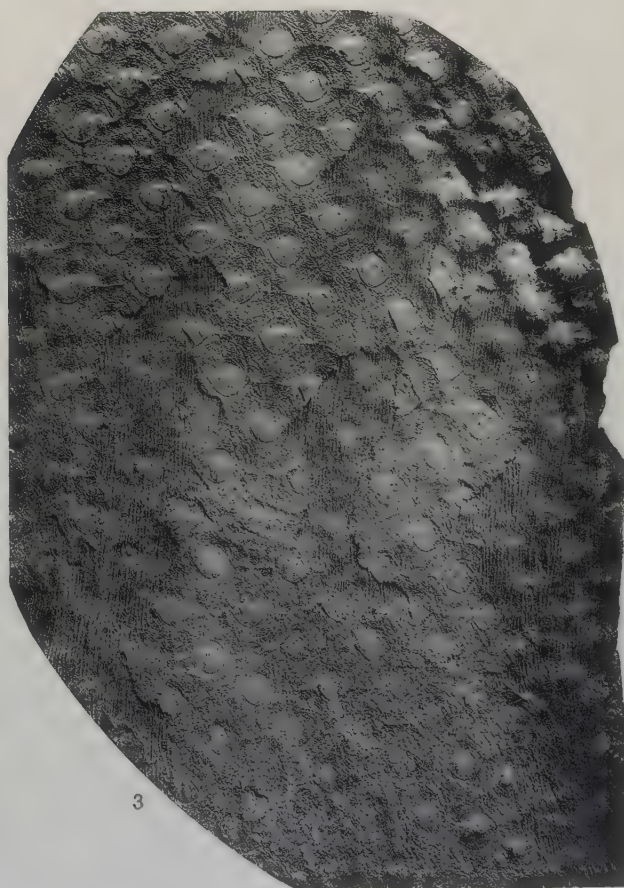
Gr. nat.



1



2



3

PLANCHE LIX

PLANCHE LIX

FLORE DU SONDAGE DE BARLES

FIG. 1. — *Sphenophyllum verticillatum* SCHLOTHEIM

Prof. : 197,20 m

Gr. nat.

Fig. 1a. — id. $\times 3$

FIG. 1a. — id. $\times 3$

FIG. 2. — *Dicksonites leptophylla* BUNBURY

Prof. : 129,80 m

Gr. nat.

FIG. 3. — *Sigillaria Brardi* BRONGNIART

Gr. nat.

FIG. 4. — *Pecopteris densifolia* GOEPPERT

Fragment de l'échantillon représenté Pl. LVII, fig. 1.

Prof. : 378 m

$\times 3$

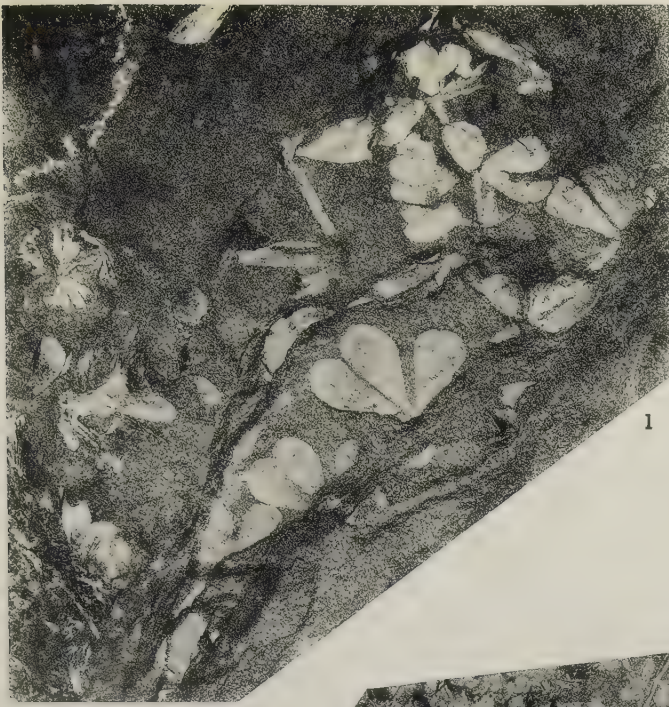


PLANCHE LX

PLANCHE LX

BOIS SILICIFIÉS DE ROCHE CHÂTEAU

FIG. 1. — Coupe transversale
× 35

FIG. 2. — Coupe transversale
× 70

FIG. 3 et 4. — Coupes longitudinales
× 140

Sur les coupes longitudinales, on peut observer les ponctuations auréolées qui permettent de rapporter ces bois aux Coniférales.

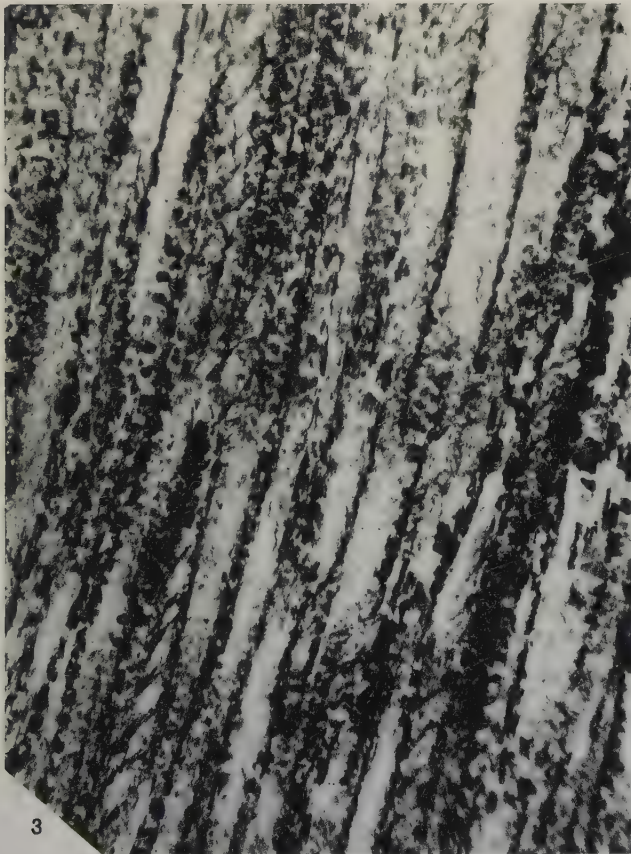
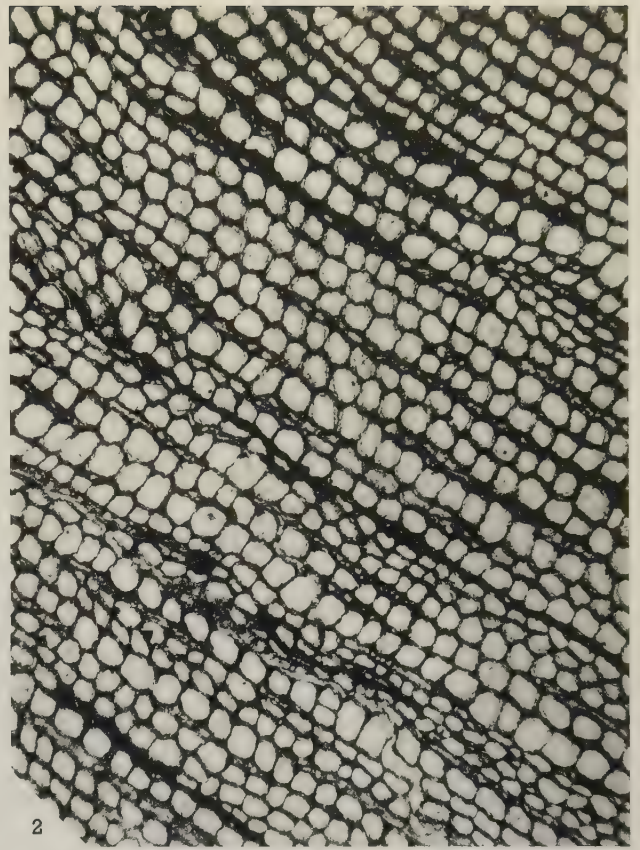
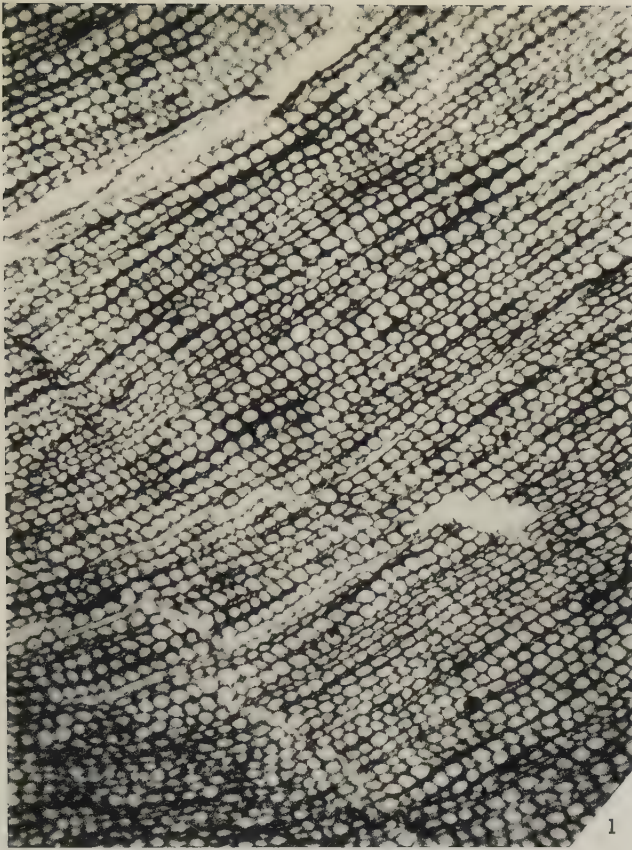


Table des figures

	Pages
Fig. 1. Vue du flanc ouest du Crey du Quart (près de Valloire, Maurienne)	20
2. Possibilités d'empreintes d'une plante carbonisée	21
3. <i>Pecopteris Bredovi</i> Germar	32
4. <i>Pecopteris polymorpha</i> Brgt. var. <i>mauriennensis</i> nov. var.	34
5. <i>Pecopteris Candollei</i> Brgt	38
6. <i>Pecopteris feminaeformis</i> Schloth	39
7. <i>Pecopteris</i> aff. <i>Miltoni</i>	40
8. <i>Pecopteris pennaeformis</i> Brgt	43
9. <i>Alethopteris Serli</i> Brgt	46
10. <i>Alethopteris lonchitifolia</i> P. Bertrand	47
11. Schémas de la structure des frondes de quelques Neuropteridées	52
12. <i>Neuropteris Schlehani</i> Stur	57
13. <i>Neuropteris gardeolensis</i> nov. sp.	60
14. <i>Neuropteris obliqua</i> Brgt	62
15. <i>Sphenopteris moeninghausi</i> Brgt	83
16. <i>Sphenopteris Dubuissoni</i> Brgt	84
17. <i>Discopteris Stockmansi</i> nov. sp.	86
18. <i>Corynepteris angustissima</i> Sternb	90
19. <i>Corynepteris Essinghi</i> Andrae	91
20. <i>Rhodea moravica</i> Ettingsh	93
21. <i>Asterophyllites charaeformis</i> Sternb	101
22. <i>Annularia sphenophylloides</i> Zenk	103
23. <i>Annularia stellata</i> Schloth	104

24. <i>Sphenophyllum oblongifolium</i> Germar et Kaulfuss	106
25. Schéma des coussinets foliaires de <i>Lepidodendron obovatum</i>	107
26. Schéma des coussinets foliaires de <i>Lepidophloios laricinius</i> Sternb	111
27. Schéma d'une cicatrice foliaire de Sigillaire	112
28. <i>Stigmaria ficoides</i> Brgt	117
29. Coupe schématique du col de Tramouillon	126
30. Coupe schématique des environs du gîte fossilifère du rocher de la Verne	129
31. Carte du secteur de Chardonnet	142
32. Disposition des côtes chez les calamariées	162
33. Extension du Carbonifère de la zone pennique en Suisse	178
34. Coupe transversale par le Monétier et la Croix Ste Elisabeth	180
35. Nervation de l' <i>Alethopteris Grandini</i>	192
36. Schéma de la répartition des bassins houillers du Massif Central	231
37. Principales subdivisions du Carbonifère	234

Table des matières

	Pages
PREMIÈRE PARTIE : GÉNÉRALITÉS	9
INTRODUCTION	9
Place de ce travail dans l'étude du bassin houiller du Briançonnais	9
But de ce travail	9
Cadre géographique et géologique	10
Plan de l'ouvrage	10
I. LES TRAVAUX ANTÉRIEURS	13
Période 1797-1828	13
1828-1861, l'affaire de Petit Cœur	13
De 1861 à 1912	14
Après 1912	16
II. GÎTES FOSSILIFÈRES. ÉTAT DE CONSERVATION DES VÉGÉTAUX FOSSILES	19
I. Gîtes fossilifères	19
II. Etat de conservation des fossiles	21
« Epigénisation » des empreintes	22
Déformations mécaniques des empreintes	22
DEUXIÈME PARTIE : DESCRIPTION DE LA FLORE	25
PÉCOPTÉRIDÉES	29
Genre <i>Pecopteris</i> Brongniart	29
Classification	29
ALÉTHOPTÉRIDÉES	45
NEUROPTÉRIDÉES	49
Définition	50
I. Paripinnées	50

II. Imparipinnées	50
Espèces trouvées dans la zone houillère briançonnaise	51
<i>Neuropteris</i> (Paripinnées)	53
<i>Linopteris</i>	55
<i>Neuropteris</i> (Imparipinnées)	56
Genre <i>Mixoneura</i> Weiss	63
Genre <i>Odontopteris</i> Brongniart	71
MARIOPTÉRIDÉES	73
<i>Mariopteris</i>	73
SPHENOPTERIS	81
<i>Sphenopteris</i>	81
<i>Discopteris</i>	86
Genre <i>Corynepteris</i> Bailey	89
Genre <i>Rhodea</i> Presl	92
CALAMARIÉES	97
Calamites	97
Genre <i>Asterophyllites</i> Brongniart	98
Genre <i>Annularia</i>	102
SPHÉNOPHYLLALES	105
Genre <i>Sphenophyllum</i> Brongniart	105
LYCOPODIALES	107
Genre <i>Lepidodendron</i>	107
<i>Lepidophloios</i>	111
Sigillariacées	112
<i>Sigillaria</i>	113
<i>Syringodendron</i>	116
<i>Stigmaria</i>	116
<i>Lepidophyllum</i>	117
Premier type : feuilles lancéolées, uninervées, assez larges	118
Deuxième type : feuilles stériles linéaires, aciculaires, très élancées, munies le plus souvent d'une seule nervure centrale	120
CORDAÏTALES UNGER	121
<i>Cordaites</i> (<i>Dorycordaites</i>)	121

TABLE DES MATIERES

TROISIÈME PARTIE	123
DESCRIPTION	125
Lambeaux carbonifères au Sud de Briançon	125
I. Lambeau de Saint-Crepin	125
II. Col de Tramouillon (Massif de Gaulent)	125
III. L'Argentièrè	127
Massif de Peyre-Eyraute	128
Plaine de la Durance au Sud de Briançon	130
Massif du Prorel	131
Rive gauche de la Guisane	135
Secteur de la Benoîte	139
Col du Chardonnet	140
Vallée de Névache	144
Rive droite de la Clarée	144
Rive gauche de la Clarée	146
Maurienne	148
I. Au Sud de l'Arc	148
II. Au Nord de l'Arc	150
Tarentaise	153
Vallée de Saint-Martin de Belleville	153
Vallée des Allues	153
Vallée du Doron de Bozel	154
Au Nord du Doron de Bozel	155
Vallée de l'Isère	156
Environs de Mâcot	156
Pont de Landry	157
Col du Petit Saint-Bernard	158
REMARQUES GÉNÉRALES SUR LA FLORE CARBONIFÈRE DE LA ZONE INTERNE DES ALPES ..	161
Les Calamariées	161
Les Lépidophytes	163
Sphénophyllales	165
Cordaïtales	165
Filicinées et Ptéridospermées	165
En résumé	166
STRATIGRAPHIE ET DISCUSSION	167
Stratigraphie	167
Correspondance avec l'échelle stratigraphique générale du Carbonifère continental	168
Discussion	171
Limites des différentes assises	171

Le Westphalien B	172
Limite du Westphalien et du Stéphanien	174
Assise de Courchevel	176
PROLONGEMENT DU HOUILLER DE LA ZONE BRIANÇONNAISE EN ITALIE ET EN SUISSE	177
RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DES ASSISES	179
QUATRIÈME PARTIE : FLORE DES BASSINS CARBONIFÈRES DE LA ZONE EXTERNE ET DES MASSIFS CRISTALLINS DES ALPES	183
Lambeaux carbonifères du massif du Mercantour	186
Carbonifère de Barles	187
Massif des Grandes-Rousses (massif cristallin)	196
Prolongements Sud du Carbonifère des Grandes-Rousses	197
Bassin de La Mure	198
Environs de La Mure. Carbonifère d'Oris en Rattier-Entraigues (Isère)	200
Massif de Belledonne	202
Les Grès d'Allevard (Massif de Belledonne, Isère)	204
Carbonifère de Petit Cœur (Savoie)	204
Carbonifère de la région de Beaufort et du Lac de la Girotte (Savoie)	206
Vallée de l'Arly	208
Carbonifère de la région de Saint-Gervais - Chamonix (Haute-Savoie)	209
Carbonifère entre les Aiguilles Rouges et le Mont Blanc et son prolongement en Suisse	211
Carbonifère de Taninges	213
Flore carbonifère des Alpes suisses	214
Carbonifère des Alpes autrichiennes « Stangalpe »	217
Stratigraphie	219
CONCLUSIONS GÉNÉRALES	225
Rappel des résultats acquis	227
Nature du bassin houiller briançonnais	228
Les bassins de la zone externe et ceux du Massif Central français	229
Théorie de M. Bertrand (1888)	229
Faciès rouges	234
BIBLIOGRAPHIE	237
TABLE ALPHABÉTIQUE DES ESPÈCES FIGURÉES	249
PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES	253
TABLE DES FIGURES	375

DEUXIÈME THÈSE

Propositions données par la Faculté
« *Sur la Flore de Molteno (Afrique du Sud)* »

VU ET APPROUVÉ :

Paris, le 14 mars 1959

Le Doyen de la Faculté des Sciences,

J. PERES.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER :

Le Recteur de l'Académie de Paris,

Jean SARRAILH.

IMPRIMERIE LOUIS-JEAN - GAP

Dépôt légal N° 59 - 1966

CARTE GÉOLOGIQUE
INTERPRÉTATIVE
DE LA ZONE HOUILLÈRE

